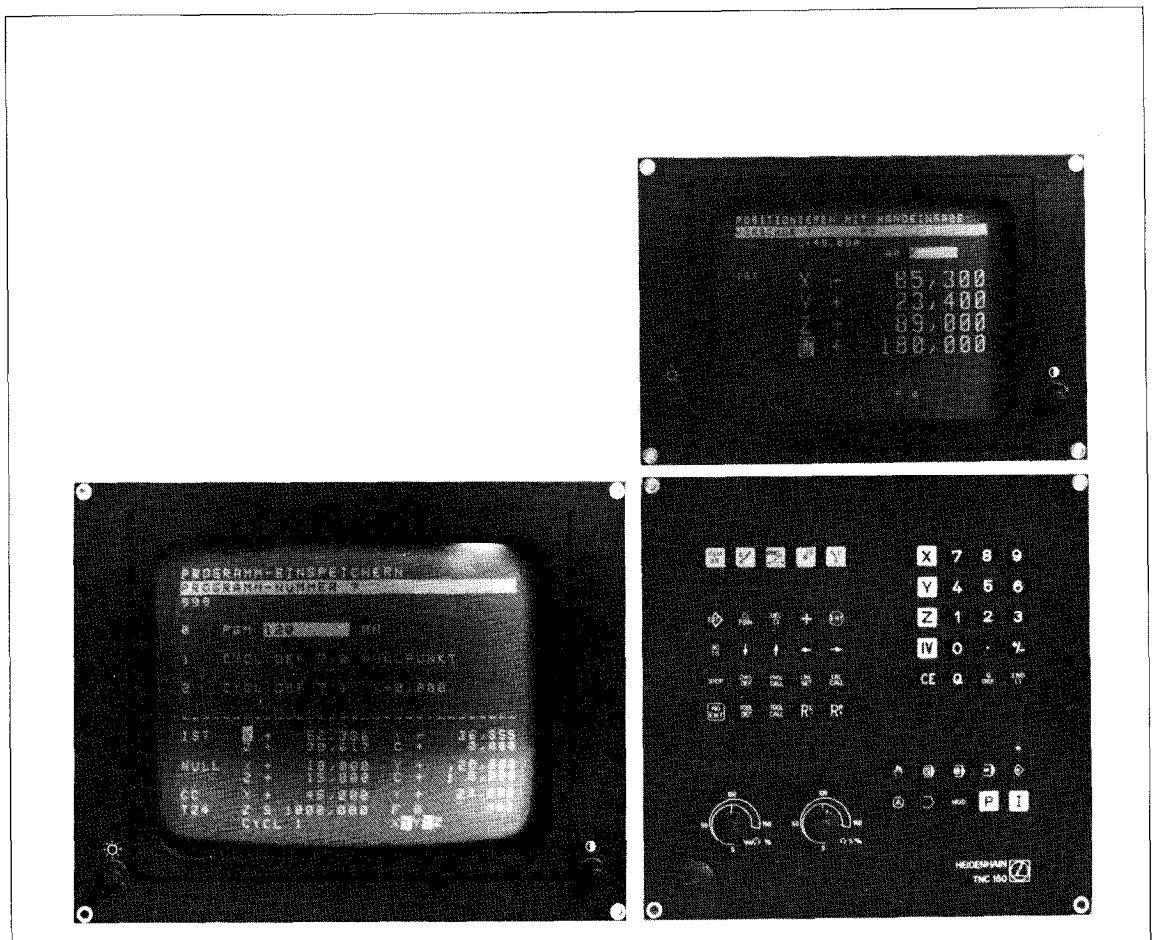
Betriebsanleitung

# HEIDENHAIN TNC 150 B/TNC 150 Q

## Bahnsteuerung


**DR. JOHANNES HEIDENHAIN**

Feinmechanik, Optik und Elektronik · Präzisionsteilungen
Postfach 1260 · D-8225 Traunreut · Telefon (08669) 31-0
Telex 56831 · Telegrammanschrift DIADUR Traunreut


**Ausgabe 4/85**

# Dialog-Eröffnung

| Dialog-eröffnung mit Taste | Betriebsart: Handbetrieb (Manuell) | Positionieren mit Handeingabe | Einspeichern und Editieren | | Programmlauf | Kapitel-Hinweis | Seite |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PGM NR | | | Programmverwaltung | | | M 1 | 41 |
| X<br>Y<br>Z<br>IV | Bezugspunkt-Festlegung | achsparallele Positionierung (Positionier-Satz) | Programmieren eines rein achsparallelen Bearbeitungsprogramms | | | K 2<br>N<br>O | 37<br>100<br>103 |
| L | | | Programmierung | .achsparallele Bearbeitung<br>.2 D-Gerade<br>.3 D-Gerade | | M 3.2.3.1<br>M 3.2.3.2 | 52<br>54 |
| RND | | | Programmierung | .Ecke runden<br>.Kontur tangential anfahren und verlassen | | M 3.2.3.6<br>M 3.2.6.2 | 58<br>63 |
| CC | | | Programmierung | Kreismittelpunkt oder Pol | | M 3.2.2<br>M 3.2.3.3 | 50<br>55 |
| C | | | Programmierung | 2 D-Kreisbogen<br>3 D-Schraubenlinie | | M 3.2.3.4<br>M 3.2.3.5 | 55<br>57 |
| STOP | Zusatzfunktion | Abbrechen einer Positionierung: Quittieren eines ext. Stop | Programmierter Halt | | Abbrechen eines Programmlaufs: Quittieren eines ext. Stop | K 3<br>M 4<br>P 2 | 39<br>64<br>106 |
| TOOL DEF | | | Werkzeug-Daten | Werkzeug-Definition | | M 2.1 | 42 |
| TOOL CALL | Spindeldrehzahl | Werkzeug-Aufruf | Werkzeug-Daten | Werkzeug-Aufruf | | M 2.2 | 44 |
| LBL SET | | | Label | Label- (Programmarke) Setzen | | M 6.1 | 73 |
| LBL CALL | | | Label | Label- (Programmarke) Aufruf | | M 6.2 | 73 |
| CYCL DEF | | | Zyklen | Zyklus-Definition | | M 7 | 81 |
| CYCL CALL | | | Zyklen | Zyklus-Aufruf | | M 7.3 | 94 |
| CL PGM | | | Programm löschen | | | M 8.7 | 98 |
| Q DEF | | | Definition von Parameter-Funktionen | | | M 5 | 64 |
| MOD | Modus (Zusatz-Betriebsarten): Wechsel mm/inch, Positions-Anzeige: Istwert-/Sollwert-/Restweg-/Schleppfehler-Anzeige, Positions-Anzeige groß/klein, Baud-Rate, Arbeitsbereich, NC-Software-Nummer, PC-Software-Nummer, Schlüsselzahl | | | | | J | 30 |
| EXT | | | Einlesen und Auslesen von Programmen über die Datenschnittstelle | | | Q | 109 |

| Grund-Symbole | Bedeutung |
|---|---|
| | Maschine verfährt gesteuert |
| | Programm-Test |
| | Einzelsatz* (engl.: block) |
| | Speicher für das Bearbeitungsprogramm (Programmspeicher) |

*Das Bearbeitungsprogramm besteht aus lauter einzelnen "Programm-Sätzen".

**Tasten für die Programmverwaltung und für die Bahn-Programmierung**

| Tasten-Kennzeichnung | Abkürzung für | Bedeutung | Kapitel-Hinweis | Seite |
|---|---|---|---|---|
| PGM NR | PROGRAM NUMBER | Kennzeichnung einer neuen Nummer des Programms bzw. Bearbeitungsprogramms. Auswahl eines Programms | M 1.1<br>M 1.2 | 41<br>42 |
| L | LINE | Auf einer Geraden verfahren (gleichzeitig in 3 Achsen, 2 Achsen oder nur in 1 Achse) | M 3.2.3.1<br>M 3.2.3.2<br>N | 52<br>54<br>100 |
| RND | ROUND | .Ecken-Runden (Programmierung von Kreisen mit tangentialen Übergängen)<br>.Tangentiales Anfahren einer Kontur | M 3.2.3.6<br>M 3.2.6.2 | 58<br>63 |
| CC | CIRCLE CENTER | .Kreismittelpunkt für Kreisbahn<br>.Pol für Sollwert-Eingabe in Polarkoordinaten | M 3.2.3.3<br>M 3.2.2 | 55<br>50 |
| C | CIRCLE | .Kreisbogen<br>.Schraubenlinie | M 3.2.3.4<br>M 3.2.3.5 | 55<br>57 |

**Tasten für Eingabewerte und Achswahl**

| Tasten-Kennzeichnung | Abkürzung für | Bedeutung | | Kapitel-Hinweis | Seite |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 ... 9 | --- | Tasten für Eingabewert und Achswahl | Zahlen-Eingabe (Zehner-Tastatur) | G 3 | 26 |
| . | --- | | Dezimalpunkt | G 3 | 26 |
| +/- | --- | | Vorzeichenwechsel | G 3 | 26 |
| X Y Z | Achsen X, Y, Z | | Achswahl zum Bezugspunkt-Setzen und zum Programmieren von Positionswerten | K 2<br>M 3.2.3<br>N | 37<br>52<br>100 |
| IV | vierte Achse | | | | |
| Q | PARAMETER | Parameter-Eingabe | | M 5.1 | 65 |
| Q DEF | PARAMETER DEFINITION | Parameter-Definition | | M 5.2 | 65 |
| CE | CLEAR ENTRY | Eingabewert löschen bzw. Fehler-Anzeige löschen | | H 2<br>G 3 | 27<br>26 |
| END | END BLOCK | Satz beenden | | M 3.2.4 | 59 |

Wird versehentlich eine Taste gedrückt, die in der gewählten Betriebsart keine Funktion hat, so erscheint die Fehleranzeige "TASTE OHNE FUNKTION":
diese Fehlermeldung mit der Taste CE löschen!

# Die Tastatur der TNC 150

**Betriebsarten-Tasten**

| Tasten-Kennzeichnung | Bedeutung | Kapitel-Hinweis | Seite |
|---|---|---|---|
| | **Manueller** Betrieb (Handbetrieb)<br>**1.** Die Steuerung arbeitet in dieser Betriebsart als numerische Positionsanzeige. Die Maschine kann über die Achsrichtungstasten verfahren werden.<br>**2.** Bezugspunkt-Setzen | K | 36 |
| | Verfahren der Maschinen-Achsen über das **elektronische Handrad** | L | 40 |
| | **Positionieren mit Handeingabe**<br>Achsparallele Bearbeitung wobei immer nur **ein** einzelner Programmsatz eingegeben aber nicht gespeichert wird (achsparalleler Positioniersatz oder Werkzeug-Aufruf). Das eingegebene Programm wird nicht beeinflußt.<br>Das Arbeiten im Bahnbetrieb, mit Zyklen, mit Unterprogrammen oder Programmteil-Wiederholungen ist in dieser Betriebsart nicht möglich. | O | 103 |
| | **Programm-Einspeichern und -Editieren**<br>Die Programm-Eingabe erfolgt dialog-geführt, d.h. sämtliche für die Programmierung erforderlichen Eingaben werden durch Klartext-Anzeige in der richtigen Reihenfolge abgefragt.<br>Das Bearbeitungsprogramm kann aus folgenden Programm-Sätzen bestehen:<br>.Gerade ("achsparallele" Bearbeitung, schräge Gerade mit 2 Achsen oder Raumgerade)<br>.Kreismittelpunkt<br>.Kreisbahn<br>.Schraubenlinie<br>.Werkzeug-Definition<br>.Werkzeug-Aufruf<br>.Zyklus-Definition<br>.Zyklus-Aufruf<br>.Label (Programm-Marke) -Setzen<br>.Label (Programm-Marken) -Aufruf: Unterprogramm bzw. Programmteil-Wiederholung<br>.Parameter-Programmierung (Mathematische Funktionen und logische Funktionen)<br>.Programmierter Halt. | M | 41 |
| | **Einzelsatz-Programmlauf**<br>Das eingespeicherte Programm kann in dieser Betriebsart abgearbeitet werden, wobei Satz für Satz gestartet werden muß. | P | 104 |
| | **Satzfolge-Programmlauf**<br>Durch einmaliges Drücken der externen Start-Taste läuft das eingespeicherte Programm bis zu einem programmierten Halt bzw. bis zum Ende automatisch ab. | P | 104 |
| | Programm-Test ohne Maschinenbewegung | M 9 | 99 |
| MOD | **Modus (engl. Mode): Zusatz-Betriebsarten**<br>.Wechsel mm/inch<br>.Positions-Anzeige:<br>Ist-Position<br>Restwege zu den Referenzpunkten<br>Schleppfehler<br>Soll-Position<br>Restwege zur Soll-Position<br>.Positions-Anzeige groß/klein<br>.Baud-Rate<br>.Begrenzung des Arbeitsbereiches<br>.Freie Sätze<br>.NC: Software-Nummer<br>.PC: Software-Nummer<br>.Schlüsselzahl<br>.4. Achse ein/aus | J | 30 |
| I | **Inkrementales Maß (Kettenmaß);**<br>ausgeschaltet: Absolutmaß | M 3.2 | 49 |
| P | Eingabe von Soll-Positionswerten in **Polarkoordinaten;**<br>ausgeschaltet: rechtwinklige Koordinaten | M 3.2.2 | 50 |

**Programmier- und Editier-Tasten**

| Tasten-Kennzeichnung | Abkürzung für | Bedeutung | | Kapitel-Hinweis | Seite |
|---|---|---|---|---|---|
| EXT | --- | | Externe Daten-Eingabe bzw. -Ausgabe | Q | 110 |
| | --- | | Positions-Istwert:<br>Übernahme eines Positions-Istwertes als Eingabewert bei der Programmierung (Playback oder Programmierung der Werkzeuglänge) | N 2 | 102 |
| CL PGM | CLEAR PROGRAM | Editier-Tasten | Bearbeitungsprogramm löschen | M 8.7 | 98 |
| DEL □ | DELETE BLOCK | Editier-Tasten | Satz löschen | M 8.3 | 96 |
| ENT | ENTER | | Eingabe übernehmen | G 2<br>G 3 | 25<br>26 |
| GO TO | GO TO BLOCK | Editier-Tasten | Gehe auf Satz ...<br>(Satz-Aufruf) | M 8.1 | 95 |
| ↓ ↑ | --- | Editier-Tasten | Zeilensprung vorwärts bzw. rückwärts | M 8.2<br>M 8.6 | 95<br>98 |
| ← → | --- | Editier-Tasten | Verschiebung der Korrektur-Marke (Cursor) | M 8.5<br>M 8.6 | 97<br>98 |
| STOP | STOP | | Programmierter Halt<br>sowie Abbrechen einer Positionierung | M 4<br>P 2<br>P 3 | 64<br>106<br>107 |
| CYCL DEF | CYCLE DEFINITION | Zyklus-Tasten | Zyklus-Definition<br>(festprogrammierter Arbeitszyklus) | M 7 | 81 |
| CYCL CALL | CYCLE CALL | Zyklus-Tasten | Zyklus-Aufruf<br>(festprogrammierter Arbeitszyklus) | M 7.3 | 94 |
| LBL SET | LABEL SET | Label-Tasten | *Programm-Marken (Label) -Setzen für ein* Unterprogramm oder eine Programmteil-Wiederholung | M 6.1 | 73 |
| LBL CALL | LABEL CALL | Label-Tasten | Programm-Marken-Aufruf<br>(Sprung auf Label) | M 6.2 | 73 |
| NO ENT | NO ENTER | | *Keine Eingabe: Die im Dialog angeforderte Eingabe* wird nicht benötigt | G 2 | 25 |
| TOOL DEF | TOOL DEFINITION | Werkzeug-Tasten | Werkzeug-Definition<br>(Werkzeug-Nummer, -Länge, -Radius) | M 2.1 | 42 |
| TOOL CALL | TOOL CALL | Werkzeug-Tasten | Werkzeug-Aufruf<br>(Werkzeug-Nummer, -Achse, -Drehzahl) | M 2.2 | 44 |
| R+ | --- | Radiuskorrektur-Tasten | **.Im Bahnbetrieb:**<br>Der Fräser soll **in Vorschubrichtung** rechts von der programmierten Kontur geführt werden.<br>**.Bei achsparalleler Bearbeitung:**<br>Radius-Korrektur "Plus": Korrektur soll eine **Verlängerung der Verfahrstrecke** bewirken. | **M 3.1**<br>N 1 | **46**<br>100 |
| R- | --- | Radiuskorrektur-Tasten | **.Im Bahnbetrieb:**<br>Der Fräser soll **in Vorschubrichtung** links von der programmierten Kontur geführt werden.<br>**.Bei achsparalleler Bearbeitung:**<br>Radius-Korrektur "Minus": Korrektur soll eine **Verkürzung der Verfahrstrecke** bewirken. | M 3.1<br>N 1 | 46<br>100 |

# Inhaltsübersicht


| | Kapitel | Seite |
|---|---|---|
| **Kurzbeschreibung der TNC 150** | A) | 11 |
| **Einige typische Bearbeitungsaufgaben für die TNC 150** | B) | 12 |
| **Grundlagen: Bemaßung/Koordinaten** | C) | 14 |
| Rechtwinkliges (kartesisches) Koordinatensystem | C 1) | 14 |
| Werkstück-Bezugspunkt | C 2) | 15 |
| Absolutmaße/Kettenmaße | C 3) | 15 |
| Polarkoordinaten | C 4) | 16 |
| NC-gerechte Bemaßung von Werkstücken | C 5) | 17 |
| **Achsbezeichnungen bei NC-Maschinen** | C 6) | 18 |
| Die drei Hauptachsen | C 6.1) | 18 |
| Die vierte Achse | C 6.2) | 18 |
| **Tastatur und Anzeigen der TNC 150** | D) | 19 |
| **Hauptfunktionen der TNC 150** | E) | 20 |
| **Maschinenspezifische Festlegungen** | F) | 21 |
| Vorschub F | F 1) | 21 |
| Zusatzfunktionen M | F 2) | 22 |
| Spindeldrehzahlen S | F 3) | 24 |
| Werkzeugnummern T | F 4) | 24 |
| **Die Dialoge der TNC 150** | G) | 25 |
| Möglichkeiten zur Eröffnung eines Dialogs | G 1) | 25 |
| Regeln für die Beantwortung der Dialog-Fragen bei Programmsätzen | G 2) | 25 |
| Eingabe von Zahlenwerten | G 3) | 26 |
| **Fehler-Vermeidung und -Diagnose** | H) | 27 |
| Fehlermeldungen | H 1) | 27 |
| Löschen von Fehlermeldungen | H 2) | 27 |
| Fehlermeldung "Puffer-Batterie wechseln" | H 3) | 27 |
| **Einschalten der TNC 150 und Überfahren der Referenzpunkte** | I) | 28 |
| **Zusatz-Betriebsarten** | J) | 30 |
| Anwählen und Verlassen der Zusatz-Betriebsarten | J 1) | 30 |
| **Erläuterung der MOD-Funktionen** | J 2) | 31 |
| Freie Sätze | J 2.1) | 31 |
| mm/Zoll-Umschaltung | J 2.2) | 31 |
| Umschalten der Positions-Anzeige | J 2.3) | 31 |
| Positions-Anzeige groß/klein | J 2.4) | 32 |
| Umschalten der Baud-Rate | J 2.5) | 32 |
| Begrenzung des Verfahrbereiches | J 2.6) | 33 |
| Anzeige der NC-Software-Nummer | J 2.7) | 34 |
| Anzeige der PC-Software-Nummer | J 2.8) | 34 |
| Schlüsselzahl | J 2.9) | 34 |
| 4. Achse ein/aus | J 2.10) | 35 |

| | Kapitel | Seite |
|---|---|---|
| **Manueller Betrieb (Handbetrieb)** | K) | 36 |
| Manuelles Verfahren der Maschinen-Achsen | K 1) | 36 |
| Bezugspunkt-Setzen | K 2) | 37 |
| Ausgabe von Spindeldrehzahlen und Zusatz-Funktionen in Betriebsart "Manuell" | K 3) | 39 |
| **Betriebsart "Elektronisches Handrad"** | L) | 40 |
| **Betriebsart "Programmieren"** | M) | 41 |
| **Programmverwaltung** | M 1) | 41 |
| Kennzeichnung eines neuen Programms | M 1.1) | 41 |
| Auswahl eines Programms | M 1.2) | 42 |
| **Festlegung der Korrekturwerte für Werkzeug-Länge und Werkzeug-Radius** | M 2) | 42 |
| Werkzeug-Definition TOOL DEF | M 2.1) | 42 |
| Werkzeug-Aufruf/Werkzeug-Wechsel TOOL CALL | M 2.2) | 44 |
| **Programmierung der Bearbeitung von Werkstück-Konturen** | M 3) | 46 |
| **Werkzeug-Bahn-Korrektur** $R^R_+$ $R^L_-$ | M 3.1) | 46 |
| **Die Programmierung der Werkstück-Kontur (Geometrie)** | M 3.2) | 49 |
| Eingabe von Positionen in rechtwinkeligen Koordinaten | M 3.2.1) | 49 |
| Eingabe von Positionen in Polarkoordinaten P | M 3.2.2) | 50 |
| **Vollständige Positioniersätze** | M 3.2.3) | 52 |
| 2 D-Linear-Interpolation und einachsiges Verfahren | M 3.2.3.1) | 52 |
| 3 D-Linear-Interpolation | M 3.2.3.2) | 54 |
| Definition des Kreismittelpunktes CC | M 3.2.3.3) | 55 |
| Kreisbahn-Programmierung C | M 3.2.3.4) | 55 |
| Die Schraubenlinien-Interpolation (Helix) | M 3.2.3.5) | 57 |
| Ecken-Runden (Kreise mit tangentialen Übergängen) RND | M 3.2.3.6) | 58 |
| Der abgekürzte Positioniersatz END | M 3.2.4) | 59 |
| Konstante Bahngeschwindigkeit bei Ecken: M 90 | M 3.2.5) | 60 |
| **Anfahren und Verlassen einer Kontur** | M 3.2.6) | 60 |
| Anfahren und Verlassen einer Kontur auf einer Geraden | M 3.2.6.1) | 60 |
| Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur | M 3.2.6.2) | 63 |
| **Programmierter Halt** STOP | M 4) | 64 |
| **Parameter-Programmierung** | M 5) | 64 |
| Eingabe von Parametern Q | M 5.1) | 65 |
| **Parameter-Definition** Q DEF | M 5.2) | 65 |
| FN 0 : Zuweisung | M 5.2.1) | 66 |
| FN 1 : Addition | M 5.2.2) | 66 |
| FN 2 : Subtraktion | M 5.2.3) | 67 |
| FN 3 : Multiplikation | M 5.2.4) | 67 |
| FN 4 : Division | M 5.2.5) | 67 |
| FN 5 : Wurzel | M 5.2.6) | 68 |
| FN 6 : Sinus | M 5.2.7) | 68 |
| FN 7 : Cosinus | M 5.2.8) | 69 |
| FN 8 : Wurzel aus Quadratsumme | M 5.2.9) | 69 |
| FN 9 : Wenn gleich, Sprung | M 5.2.10) | 70 |
| FN 10 : Wenn ungleich, Sprung | M 5.2.11) | 71 |
| FN 11 : Wenn größer, Sprung | M 5.2.12) | 71 |
| FN 12 : Wenn kleiner, Sprung | M 5.2.13) | 71 |

| | Kapitel | Seite |
|---|---|---|
| Beispiel für Parameter-Programmierung | M 5.3) | 72 |
| **Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen** | M 6) | 73 |
| Setzen einer Label-Nummer [LBL SET] | M 6.1) | 73 |
| Sprung auf eine Label-Nummer [LBL CALL] | M 6.2) | 73 |
| Schematische Darstellung eines Unterprogramms | M 6.3) | 74 |
| Schematische Darstellung einer Programmteil-Wiederholung (Programm-Schleife) | M 6.4) | 76 |
| Schematische Darstellung einer mehrfachen Unterprogramm-Wiederholung | M 6.5) | 77 |
| Programmierung von Bohrbildern mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen | M 6.6) | 80 |
| **Zyklen** | M 7) | 81 |
| Anwählen eines bestimmten Zyklus | M 7.1) | 81 |
| **Beschreibung der Zyklen** | M 7.2) | 82 |
| Zyklus "Tiefbohren" | M 7.2.1) | 82 |
| Zyklus "Gewindebohren" | M 7.2.2) | 83 |
| Zyklus "Nutenfräsen" | M 7.2.3) | 84 |
| Zyklus "Taschenfräsen" (Schruppzyklus) | M 7.2.4) | 86 |
| Zyklus "Kreistasche" (Schruppzyklus) | M 7.2.5) | 88 |
| Zyklus "Verweilzeit" | M 7.2.6) | 88 |
| Zyklus "Nullpunkt" | M 7.2.7) | 90 |
| Zyklus "Spiegeln" | M 7.2.8) | 91 |
| Zyklus "Drehung des Koordinatensystems" | M 7.2.9) | 92 |
| Zyklus "Maßfaktor" | M 7.2.10) | 93 |
| Zyklus-Aufruf [CYCL CALL] | M 7.3) | 94 |
| **Programm-Korrekturen (Editieren des Bearbeitungsprogramms)** | M 8) | 95 |
| Aufruf eines bestimmten Programmsatzes | M 8.1) | 95 |
| Schrittweises Überprüfen der Programmsätze | M 8.2) | 95 |
| Löschen von Programmsätzen | M 8.3) | 96 |
| Einfügen von Programmsätzen in bestehende Programme | M 8.4) | 96 |
| Korrektur von "Programm-Worten" innerhalb eines Satzes | M 8.5) | 97 |
| Such-Routinen zum Auffinden bestimmter Sätze | M 8.6) | 98 |
| Löschen eines Bearbeitungsprogramms | M 8.7) | 98 |
| Programm-Test ohne Maschinen-Bewegung | M 9) | 99 |
| **Rein achsparallele (nicht-simultane) Bearbeitung** | N) | 100 |
| Programmieren rein achsparalleler Bearbeitungen über die Achs-Tasten | N 1) | 100 |
| Programmierung mit der Taste Istwert-Übernahme [+] (Playback) | N 2) | 102 |
| **Positionieren mit Handeingabe (Einzelsatz-Steuern)** | O) | 103 |
| **Automatischer Programmlauf** | P) | 104 |
| Start eines Programmlaufs | P 1) | 105 |
| Unterbrechen eines Programmlaufs | P 2) | 106 |
| Wiedereintritt in ein unterbrochenes Programm | P 3) | 107 |
| Abfahren der Programme ohne Werkzeug | P 4) | 109 |
| Abarbeiten eines Programmes und gleichzeitiges Programmieren bzw. Editieren | P 5) | 109 |

| | Kapitel | Seite |
|---|---|---|
| **Externe Daten-Eingabe bzw. -Ausgabe** EXT | Q) | 109 |
| Schnittstelle | Q 1) | 109 |
| HEIDENHAIN-Magnetband-Einheiten ME 101 / ME 102 | Q 2) | 110 |
| Anschlußkabel | Q 3) | 110 |
| Eingabe der Baud-Rate | Q 4) | 112 |
| **Bedienungsablauf bei der Daten-Übertragung zur ME 101 / ME 102** | Q 5) | 112 |
| Inhalt-Band | Q 5.1) | 113 |
| **Externe Programm-Eingabe** | Q 5.2) | 114 |
| Band-Inhalt einlesen | Q 5.2.1) | 114 |
| Angebotenes Programm einlesen | Q 5.2.2) | 115 |
| Angewähltes Programm einlesen | Q 5.2.3) | 116 |
| **Externe Programm-Ausgabe** | Q 5.3) | 117 |
| Angewähltes Programm ausgeben | Q 5.3.1) | 117 |
| Alle Programme ausgeben | Q 5.3.2) | 118 |
| Externe Programm-Erstellung auf einem Terminal | Q 6) | 118 |
| **Programmierung der Maschinen-Parameter** | R) | 118 |
| Maschinen-Parameter-Liste | R 1) | 119 |
| Eingabe der Maschinen-Parameter mit Hilfe der Magnetband-Einheit ME | R 2) | 120 |
| Eingabe der Maschinen-Parameter von Hand | R 3) | 121 |
| **Typische Bedienfehler und Fehlermeldungen** | S) | 122 |
| **Technische Beschreibung/Daten** | T) | 122 |
| Technische Beschreibung/Daten, allgemein | T 1) | 123 |
| Wegmeßsysteme | T 2) | 125 |
| **Anschlußmaße** | U) | 126 |
| **Schema für das Arbeiten mit der TNC 150** | V) | 131 |

Diese Betriebsanleitung ist gültig für die Steuerungen

**TNC 150-Versionen mit Schnittstelle für externe Maschinen-Anpaßsteuerung:**

| **Meßsystem-Eingang: Sinus-Signale** | **Meßsystem-Eingang: Rechteck-Signale** |
|---|---|
| TNC 150 B | TNC 150 BR |
| TNC 150 F (ohne 3D-Bewegung) | TNC 150 FR (ohne 3D-Bewegung) |

**TNC 150-Versionen mit PC-Leistungsplatine(n):**

| **Meßsystem-Eingang: Sinus-Signale** | **Meßsystem-Eingang: Rechtecksignale** |
|---|---|
| TNC 150 Q | TNC 150 QR |
| TNC 150 W (ohne 3D-Bewegung) | TNC 150 WR (ohne 3D-Bewegung) |

Wir arbeiten ständig an der Weiterentwicklung unserer TNC-Steuerungen. Dadurch bedingt, kann eine bestimmte Steuerung in Details von der in dieser Anleitung beschriebenen Version abweichen. Aufgrund der Führung des Bedieners durch Klartext-Dialoge sind aber derartige Abweichungen unproblematisch.

## A) Kurzbeschreibung der TNC 150

Die Steuerung HEIDENHAIN TNC 150 ist eine 4-Achsen Bahnsteuerung. Die Achsen X, Y und Z sind für Linear-Achsen vorgesehen, die vierte Achse bevorzugt zum Anschluß eines Rundtisches. Die vierte Achse kann bei jedem Einschalten der Steuerung zu- oder abgeschaltet werden.

Die TNC 150 ermöglicht

.die Kreis-Interpolation in 2 aus 4 Achsen,
.die Geraden-Interpolation in 3 aus 4 Achsen
und
.die Schraubenlinien-Interpolation in 3 aus 4 Achsen.

Die Kreis- und Schraubenlinien-Interpolation mit der vierten Achse ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

Die Programmierung erfolgt dialog-geführt, d.h. die für die Programmierung erforderlichen Eingaben werden von der TNC 150 im Klartext abgefragt, nachdem der Bediener einen Dialog "eröffnet" hat.

Die Dialog-Texte, das Bearbeitungsprogramm, Eingabewerte und Fehlermeldungen sowie Positionswerte werden auf einem Bildschirm angezeigt.

Der Anzeigeschritt beträgt

0,001 mm oder 0,005 mm bzw.
im Zoll-System 0,0001 inch oder 0,0002 inch, und für
Winkel 0,001° oder 0,005°.

Der Anzeigeschritt wird vom Maschinenhersteller festgelegt.

Die Eingabefeinheit für Positionswerte beträgt

bis 0,001 mm bzw.
im Zoll-System bis 0,0001 inch, und für
Winkel bis 0,001°.

**Programmverwaltung**
die TNC 150 kann bis zu 24 verschiedene Programme mit insgesamt bis zu 1200 Sätzen verwalten.

**Programmeingabe**
bei **Linear- oder Zirkular-Interpolation:**
**von Hand**, durch Eintippen

.n ach Programm-Liste oder Werkstück-Zeichnung — auch während des Abarbeitens

**oder extern**

.über die V.24-kompatible Daten-Schnittstelle (z.B. per Magnetband-Einheit ME 101/ME 102 von HEIDENHAIN oder über sonstige handelsübliche Peripherie-Geräte).

bei **rein achsparallelem Betrieb:**
**von Hand**, durch Eintippen

.n ach Programm-Liste oder Werkstück-Zeichnung — auch während des Abarbeitens

**.oder** in dem die Maschine manuell verfahren wird, und die jeweiligen Positions-Werte (Ist-Werte) bei der konventionellen Bearbeitung des Werkstückes **(Playback)** als Positions-Sollwerte übernommen werden.

**oder extern**

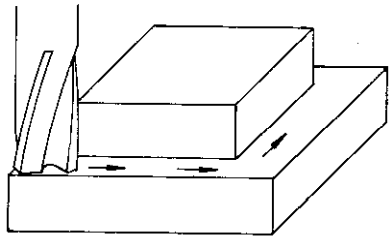
.über die V.24-kompatible Daten-Schnittstelle, — wie oben.

Die **HEIDENHAIN-Magnetband-Einheiten ME 101/ME 102** wurden für die externe Speicherung von TNC-Programmen auf Magnetband-Kassetten entwickelt. Die Geräte haben auf der Rückseite zwei Anschlußstecker für die Daten-Eingabe bzw. -Ausgabe (V.24- bzw. RS-232-C-kompatibel), so daß gleichzeitig eine TNC 150 und zusätzlich beispielsweise ein handelsüblicher Drucker angeschlossen werden können.
Extern eingegebene Programme können ggf. editiert, d. h. korrigiert bzw. optimiert werden.

Programme, die auf der TNC 145 erstellt wurden, können für die TNC 150 verwendet werden. Beim Einlesen der Programme in die TNC 150 werden die Eingabe-Daten an die TNC 150 angepaßt; so wird z.B. der Zyklus "Raumgerade" der TNC 145 in eine entsprechende 3D-Linear-Interpolation für die TNC 150 umgesetzt.
Eine vorhandene TNC 145-Programm-Bibliothek kann also auch für die TNC 150 verwendet werden.

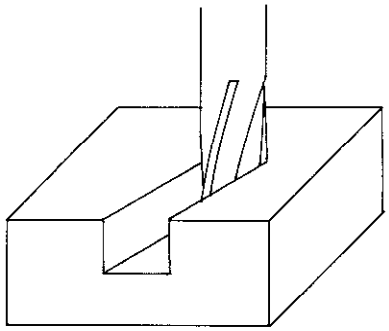
## B) Einige typische Bearbeitungsaufgaben für die TNC 150

**Achsparallele Bearbeitung**



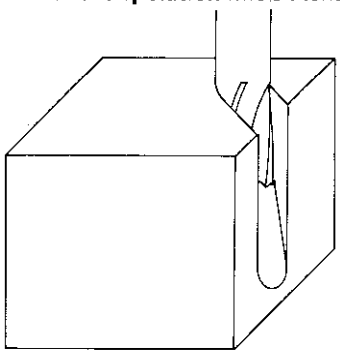
Für viele Werkstücke genügt die einfachste Bearbeitungsart: die achsparallele Bearbeitung, wobei immer nur eine Achse verfährt.

**Linear-Interpolation mit 2 Achsen**



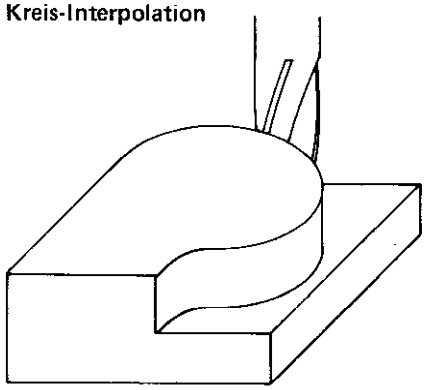
Bei dieser Bearbeitung werden zwei Achsen gleichzeitig (simultan) so verfahren, daß sich das Werkzeug auf einer Geraden bewegt.

**Linear-Interpolation mit 3 Achsen**



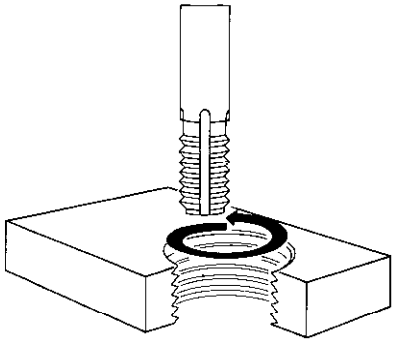
Bei dieser Bearbeitung werden drei Achsen gleichzeitig (simultan) so verfahren, daß sich das Werkzeug auf einer Raumgeraden bewegt.

**Kreis-Interpolation**



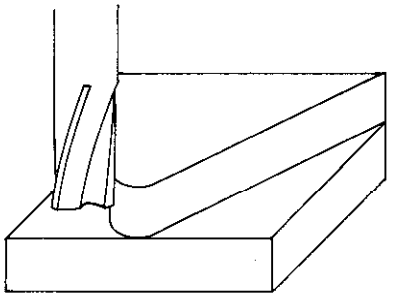
Bei dieser Bearbeitung werden zwei Achsen simultan so verfahren, daß das Werkzeug eine Kreis-Kontur erzeugt.

**Schraubenlinien-Interpolation**



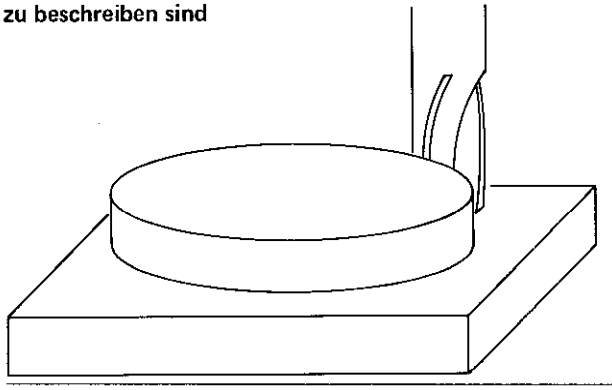
Bei dieser Interpolation wird in der Bearbeitungsebene eine Kreisbewegung erzeugt, während die Werkzeugachse gleichzeitig eine Linear-Bewegung durchführt. Die Schraubenlinien-Interpolation wird vorwiegend zur Herstellung von Außen- oder Innengewinden mit größeren Durchmessern verwendet.

**Runden von Ecken**



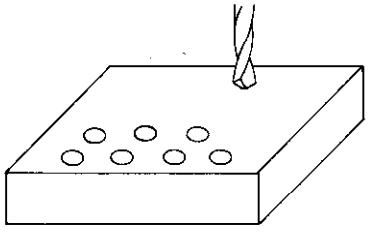
Das Runden von Ecken läßt sich besonders einfach programmieren: es genügt die Eingabe des Rundungsradius. Bei der Bearbeitung wird der Rundungsradius in die programmierte Kontur so eingefügt, daß sich tangentiale Übergänge ergeben.

**Konturen, die nach mathematischen Formeln zu beschreiben sind**



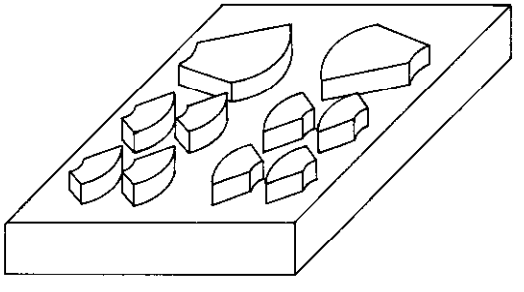
Mit Hilfe der Parameter-Programmierung können z.B. Konturen bearbeitet werden, die durch eine mathematische Formel zu beschreiben sind (Ellipsen usw.).

**Bohrbilder**



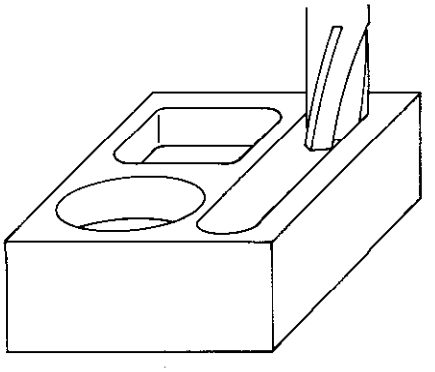
Bohrungen und Gewinde können mit Hilfe der Unterprogramm-Technik und entsprechender Bearbeitungszyklen schnell und einfach programmiert werden.

**Mehrfach wiederkehrende Formen**



Die Zyklen "Nullpunkt-Verschiebung", "Spiegeln" "Drehung des Koordinatensystem" und "Maßfaktor" in Verbindung mit der Unterprogramm-Technik und der Parameter-Programmierung erleichtern und verkürzen die Programmierung mehrfach wiederkehrender Formen.

**Einfache Taschen und Nuten**



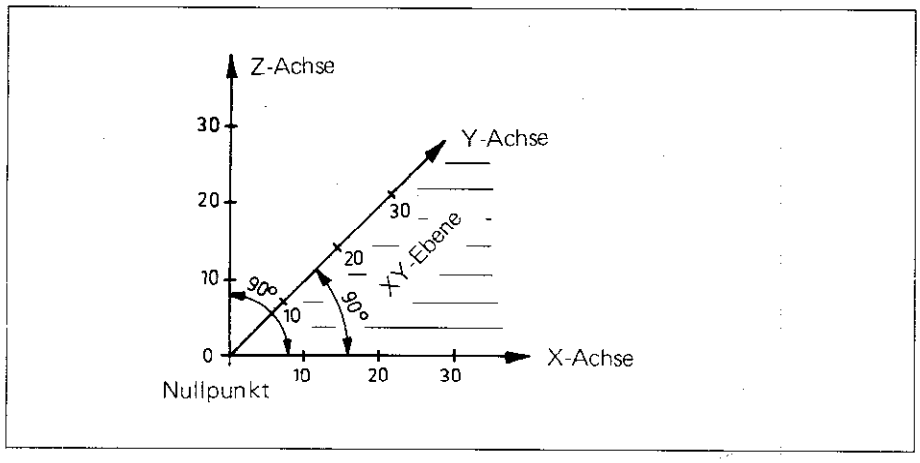
Für Rechteck-Taschen, Kreistaschen und Nuten verfügt die TNC 150 über fest vorprogrammierte Bearbeitungszyklen.

## C) Grundlagen: Bemaßung/Koordinaten

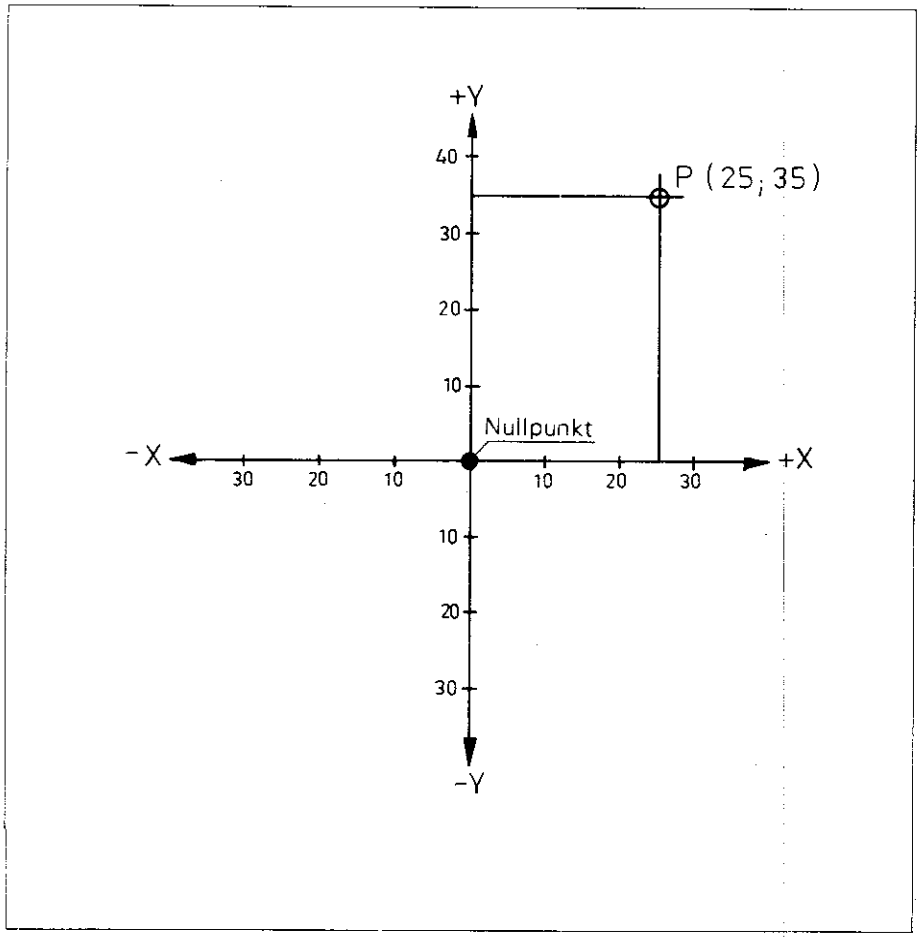
### C 1) Rechtwinkliges (kartesisches) Koordinatensystem

Man unterscheidet zwischen der **Ist-Position** von Maschine und Werkstück, d.h. der tatsächlichen momentanen Position und der jeweiligen **Soll-Position** laut Bearbeitungsprogramm.
Als Hilfsmittel für die Angabe von Positionen bedient man sich sogenannter **Koordinaten** bzw. Koordinatensysteme.

Die TNC 150 zeigt die **Ist-Position in rechtwinkligen Koordinaten** – auch kartesische Koordinaten genannt – an.
**Soll-Positionen** für die Bearbeitung können entweder **in rechtwinkligen Koordinaten oder in Polarkoordinaten** (siehe Kapitel M.3.2) programmiert werden.



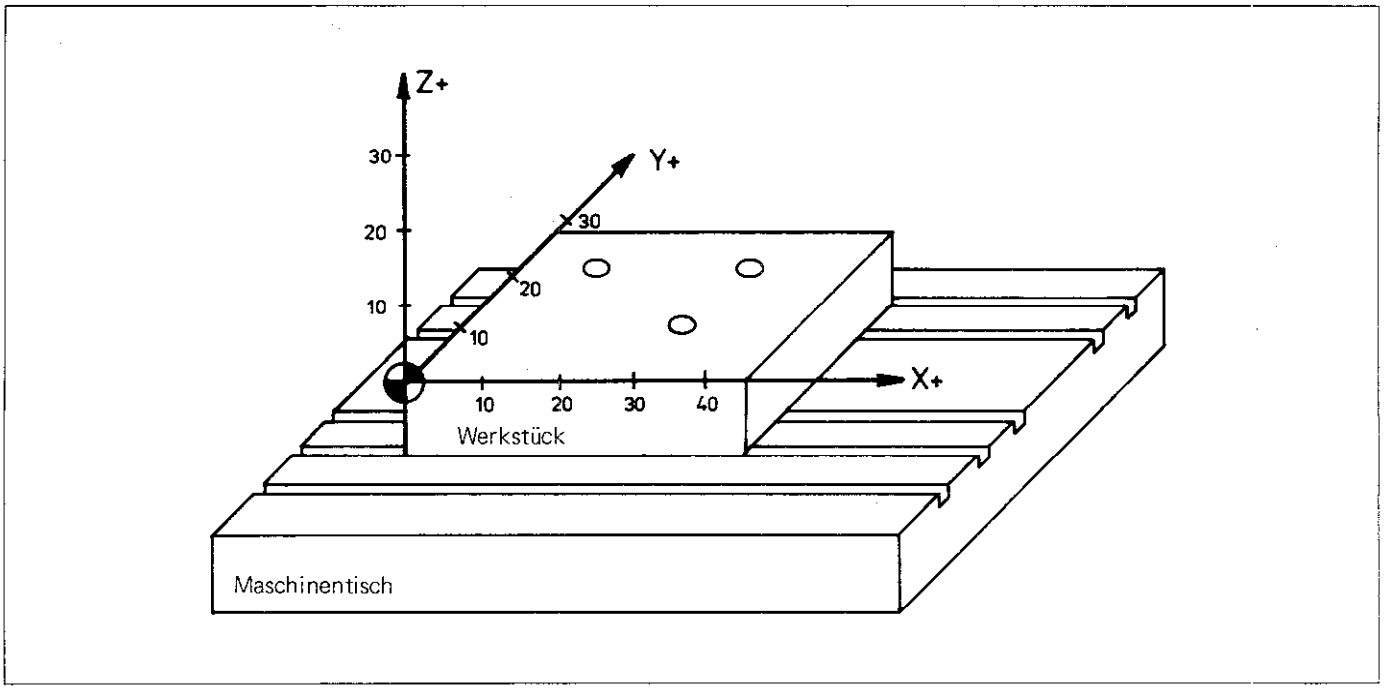

Ein **rechtwinkliges Koordinatensystem** wird durch die drei aufeinander senkrecht stehenden Koordinaten-Achsen X, Y und Z gebildet.
Die beiden Achsen X und Y legen die XY-Ebene fest. Die drei Achsen haben einen gemeinsamen Schnittpunkt, den Koordinaten-Nullpunkt (oder Ursprung).




Jede Position bzw. jeder Punkt der XY-Ebene ist durch die Angabe seines X-Wertes und seines Y-Wertes bestimmt.
Beispielsweise hat der eingezeichnete Punkt P die Koordinaten X = 25 mm und Y = 35 mm.
In entsprechender Weise ist ein Punkt im Raum durch die Angabe der drei Koordinaten X, Y und Z bestimmt ("coordinare" ist lateinisch und bedeutet "zuordnen").

## C 2) Werkstück-Bezugspunkt

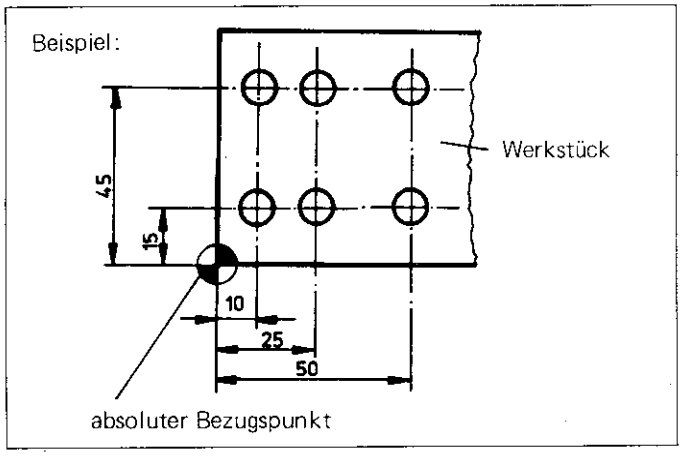
Für die Angabe von Positionen in einem Bearbeitungsprogramm legt man das Koordinatensystem so fest, daß die Programm-Erstellung möglichst einfach wird. Man läßt die Koordinatenachsen z. B. mit Werkstück-Kanten zusammenfallen (und spannt das Werkstück so auf, daß die Koordinatenachsen zu den Maschinen-Achsen parallel liegen). Der Koordinaten-Nullpunkt ist der Bezugspunkt für alle Absolutmaße eines Bearbeitungsprogramms; er wird durch das Symbol ⊕ gekennzeichnet und als Werkstück-Bezugspunkt bezeichnet.




## C 3) Absolutmaße/Kettenmaße

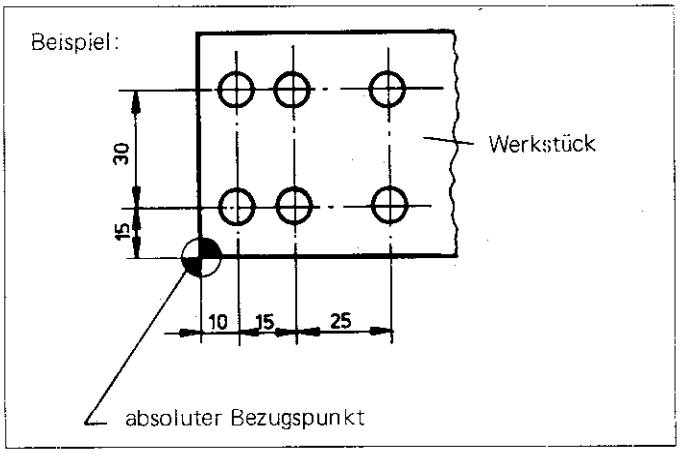
Werkstückmaße sind entweder Absolutmaße oder Kettenmaße.

**Absolutmaße**




Die Werkstück-Ecke links unten ist der absolute Bezugspunkt für alle Maße.
Die Maschine ist **auf** ein bestimmtes Maß zu verfahren; sie fährt **auf** den eingetippten **Positions-Sollwert.**

**Kettenmaße** (inkrementale Bemaßung)




Die Bemaßung erfolgt – ausgehend von der Werkstück-Ecke links unten – als Kette.
Die Maschine ist **um** ein bestimmtes Maß zu verfahren; sie entfernt sich **vom** vorher **erreichten Positions-Istwert um** den eingetippten **Sollwert.**

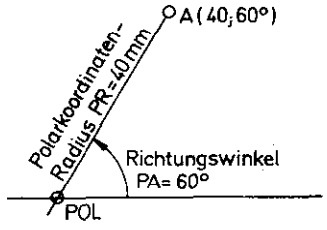
Die **Absolut- (Bezugsmaß) Programmierung** bietet den Vorteil, daß evtl. erforderliche geometrische Veränderungen einzelner Positionen die übrigen Positionen nicht beeinflussen. Auch ist der Wiedereintritt in ein unterbrochenes Programm nach einer Stromunterbrechung oder einer anderen Störung bei der Absolutwert-Programmierung einfacher. Bei geeigneter Festlegung des Werkstück-Bezugspunktes können ferner negative Werte ganz oder weitgehend vermieden werden.

Durch **Kettenmaß-Programmierung** erübrigt sich andererseits in manchen Fällen sonst anfallende Rechenarbeit.

## C 4) Polarkoordinaten

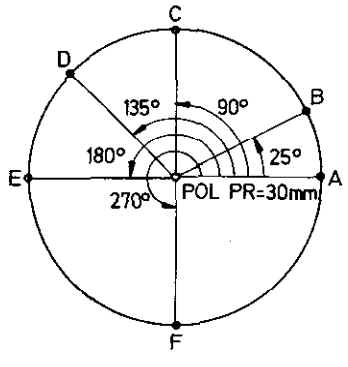
Die TNC 150 bietet die Möglichkeit, Positions-Sollwerte auch in Polarkoordinaten einzugeben.

In Polarkoordinaten werden Punkte **in einer Ebene** angegeben in Bezug auf einen "Polarkoordinaten-Bezugspunkt" — **Pol** genannt — durch den Radius (Leitstrahl) vom Pol zu dem betreffenden Punkt und den Richtungswinkel (Polarwinkel).




### a) Radius und Richtungswinkel im Absolutmaß programmiert

**Beispiel:**

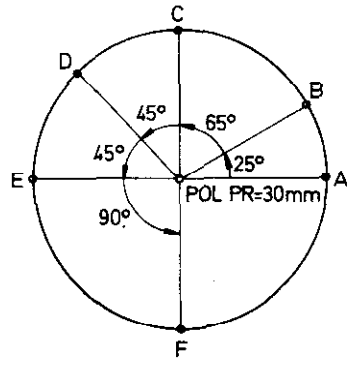



Polarkoordinaten der Punkte A, B, ..., F;
PR und PA absolut:

A ($30_A$; $0^{\circ}_A$)
B ($30_A$; $25^{\circ}_A$)
C ($30_A$; $90^{\circ}_A$)
D ($30_A$; $135^{\circ}_A$)
E ($30_A$; $180^{\circ}_A$)
F ($30_A$; $270^{\circ}_A$)

### b) Radius im Absolutmaß und Richtungswinkel im Kettenmaß programmiert

**Beispiel:**



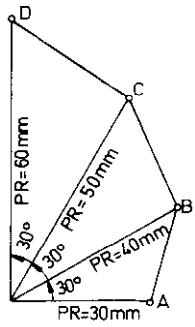

Der erste Punkt A muß im Absolutmaß festgelegt werden
A ($30_A$; $0^{\circ}_A$)

Polarkoordinaten der Punkte B, C, ..., F;
PR absolut, PA inkremental:

B ($30_A$; $25^{\circ}_I$)
C ($30_A$; $65^{\circ}_I$)
D ($30_A$; $45^{\circ}_I$)
E ($30_A$; $45^{\circ}_I$)
F ($30_A$; $90^{\circ}_I$)

**c) Radius und Richtungswinkel im Kettenmaß programmiert**

**Beispiel:**

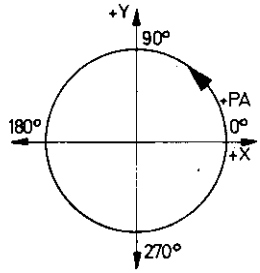



Der erste Punkt A muß "absolut" festgelegt werden:
A ($30_A$; $0^O{}_A$)

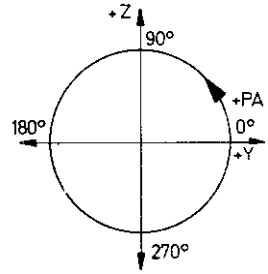
Polarkoordinaten der Punkte B, C, D
PR und PA inkremental:

B ($10_I$; $30^O{}_I$)
C ($10_I$; $30^O{}_I$)
D ($10_I$; $30^O{}_I$)

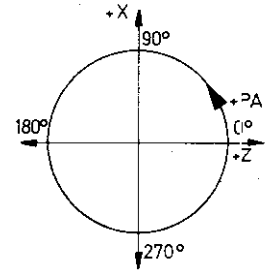
**Definition der Ebenen und $0^O$-Achsen**




In der **X/Y**-Ebene liegt die $0^O$-Achse auf X+




In der **Y/Z**-Ebene liegt die $0^O$-Achse auf Y+




In der **Z/X**-Ebene liegt die $0^O$-Achse auf Z+

Die **positive Richtung** des Winkels **"PA"** entspricht der Bewegung im **Gegenuhrzeigersinn** (Linksdrehung).

## C 5) NC-gerechte Bemaßung von Werkstücken

Bei Maschinen mit TNC-Steuerungen können über die Handeingabe-Tastatur die geometrischen und technologischen Daten, die für die Bearbeitung eines Werkstückes notwendig sind, eingegeben werden. Damit die Programmierung an der Maschine wirtschaftlich durchgeführt werden kann und kurze Programmierzeiten erzielt werden, ist es zweckmäßig die Werkstück-Zeichnungen übersichtlich und eingabegerecht zu bemaßen oder für die Programmeingabe zuvor eine Programmliste zu erstellen.

Besonders bewährt hat sich die sog. Koordinatenbemaßung, die in DIN 406 ausführlich beschrieben wird.

## C 6) Achsbezeichnungen bei NC-Maschinen

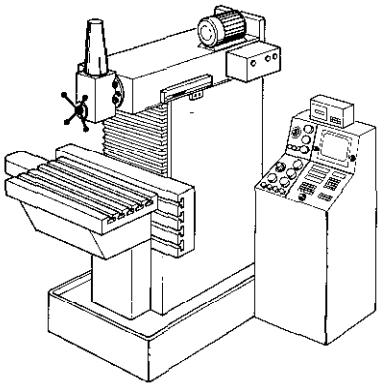
Die Koordinatenachsen und Bewegungsrichtungen für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen sind in der DIN-Vorschrift 66 217 festgelegt.

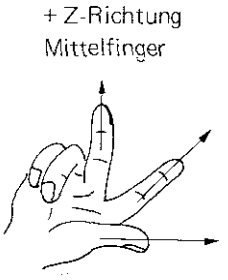
## C 6.1) Die drei Hauptachsen

Die drei Hauptachsen sind durch die Norm eindeutig definiert. Die Verfahrrichtungen können mit Hilfe der "Rechte-Hand-Regel" bestimmt werden.

Zusätzlich gilt die Festlegung, daß die Bewegung der Werkzeug-Achse **zum Werkstück** der **negativen Verfahrrichtung** entspricht.

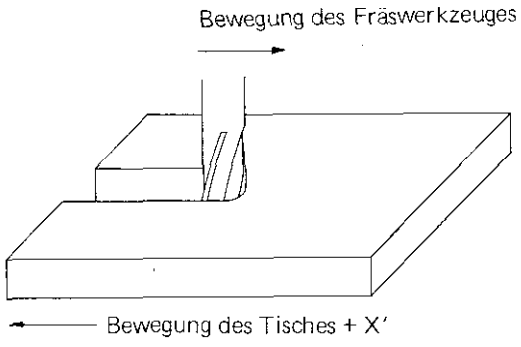
**Beispiel:**
Universalfräsmaschine






"Rechte-Hand-Regel":
Die Koordinaten-Richtungen sind den Fingern fest zugeordnet.

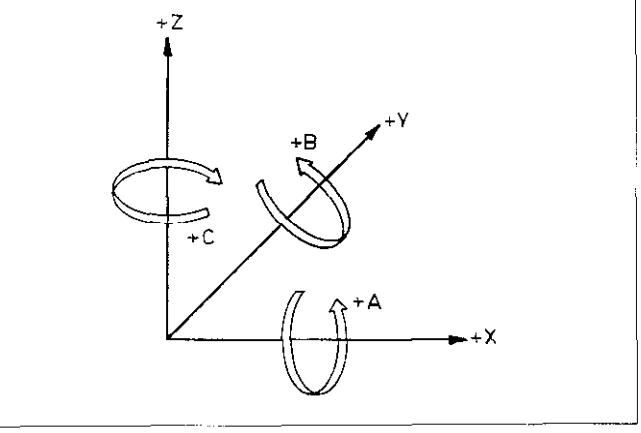
Bei der Programmierung wird grundsätzlich die **Bewegung des Fräswerkzeuges** betrachtet (Relativbewegung des Werkzeugs), d.h. der Bediener nimmt bei der Erstellung der Programme immer an, daß sich das Werkzeug bewegt.

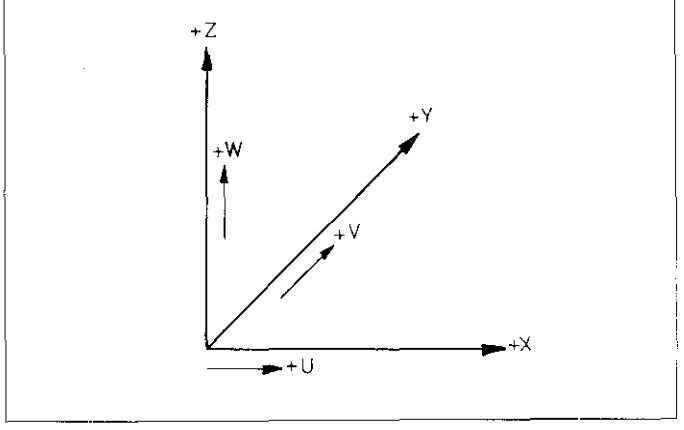



Bei der oben dargestellten Universalfräsmaschine soll sich z.B. das Fräswerkzeug in der X-Achse in positiver Richtung bewegen. Da sich in dieser Achse nicht das Werkzeug bewegt, sondern der Bearbeitungstisch, muß der Tisch nach links verfahren. Relativ gesehen bewegt sich in diesem Fall also das Werkzeug nach rechts, in positive X-Richtung.
Die positive Bewegungsrichtung des Tisches wird in diesem Fall nach DIN 66 217 mit + X' bezeichnet.

## C 6.2) Die vierte Achse

Vom Maschinenhersteller wird festgelegt, ob die vierte Achse für einen Rundtisch oder als zusätzliche Linearachse benutzt wird und wie diese Achse auf dem Bildschirm benannt wird:

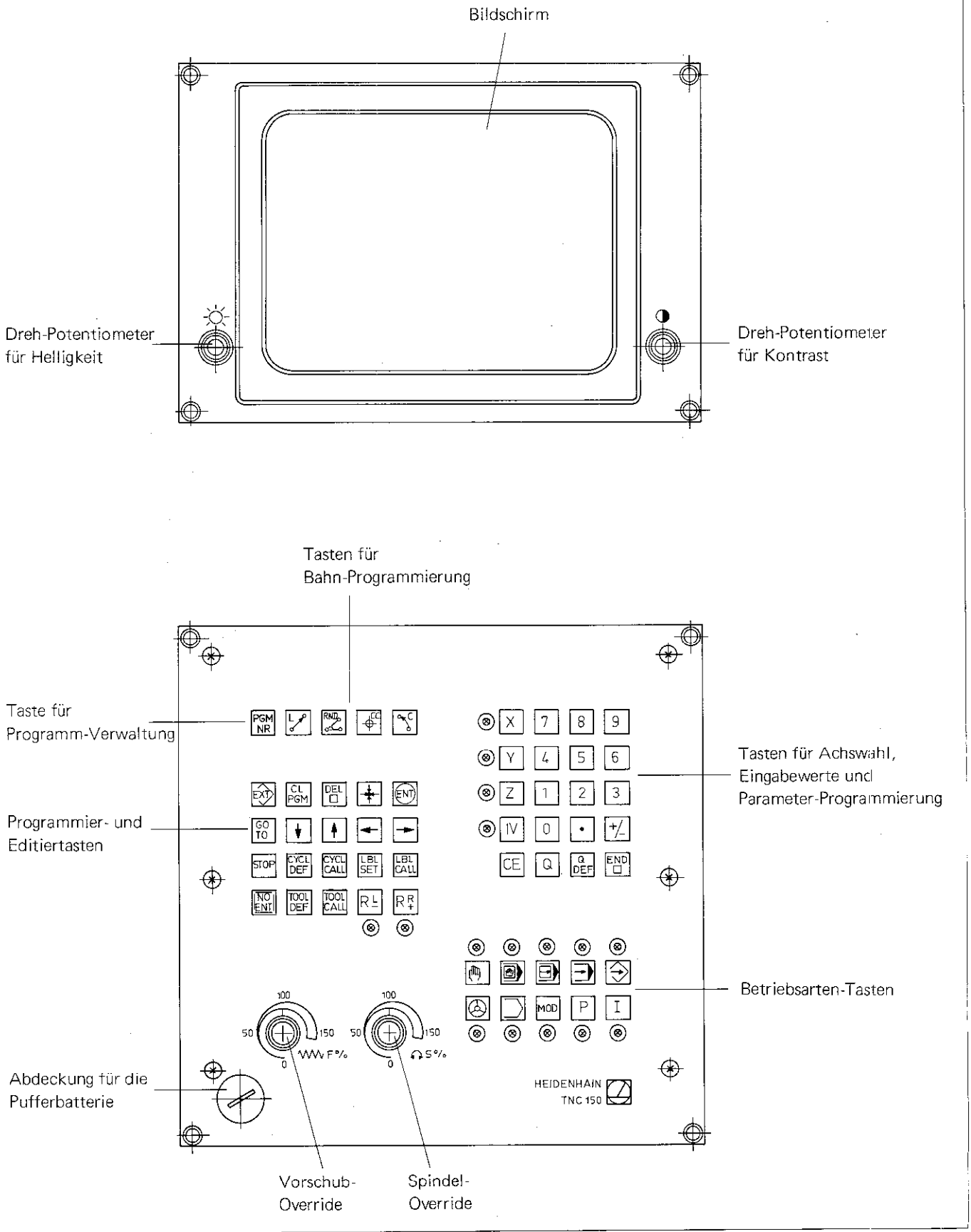



**Drehachse**
Die Drehachse wird mit den Buchstaben **A, B** oder **C** bezeichnet; die Zuordnung zu den Hauptachsen und Festlegung der Drehrichtungen ist in der Zeichnung angegeben.

**Linearachse**
Wird die vierte Achse als Linearachse eingesetzt, so lautet die Bezeichnung dieser Achse **U, V** oder **W.**
Die Zuordnung zu den Hauptachsen kann der Zeichnung entnommen werden.

## D) Tastatur und Anzeigen der TNC 150



## E) Hauptfunktionen der TNC 150

Die TNC 150 steuert die automatische Bearbeitung eines Werkstückes nach einem zuvor eingegebenen und in der TNC 150 gespeicherten Bearbeitungsprogramm.In diesem Bearbeitungsprogramm sind die Werkzeuge für die Bearbeitung festgelegt und die zugehörigen Spindel-Drehzahlen, die Bewegungen der einzelnen Maschinen-Achsen sowie Schaltvorgänge (Kühlmittel ein/aus, Drehrichtung oder Stop der Spindel usw.). Bis zu 24 derartige Bearbeitungsprogramme können gleichzeitig gespeichert werden (Taste [PGM NR] ).
Die Bearbeitungsprogramme sind aus sog. Programmsätzen aufgebaut.
Für das Abarbeiten eines eingespeicherten Programms kann entweder die **Betriebsart "Satzfolge-Programmlauf"** (Taste [⇉] )
oder die **Betriebsart "Einzelsatz-Programmlauf"** – wobei das Programm für jeden Satz neu gestartet werden muß – (Taste [⇉] )
gewählt werden.
Für Bearbeitungen, bei denen die Maschine nur in jeweils einer Achse verfahren muß, kann auch Satz für Satz eingegeben und ausgeführt werden: **Betriebsart "Einzelsatz-Positionieren mit Handeingabe"** (Taste [⇉] ).
Das Einrichten der Maschine kann mittels eines **elektronischen Handrades** erfolgen (Taste [⊛] ).
Das Bezugspunkt-Setzen und Referenzpunkt-Fahren geschieht in der **Betriebsart "Manuell"** (Handbetrieb – Taste [✋] ), in der die Steuerung im übrigen nur einfach als numerische Positionsanzeige arbeitet.

Aus den in den sog. Werkzeug-Definitions-Sätzen (Taste [TOOL DEF] ) festgelegten **Werkzeugen** ist vor Beginn eines bestimmten Bearbeitungsvorgangs das betreffende Werkzeug durch einen Werkzeug-Aufruf-Satz (Taste [TOOL CALL] ) zu wählen.

Die **Betriebsart "Programmeingabe"** wird mit der Taste [⇨] eingeschaltet (die zugeordnete Lampe leuchtet).
Zur Programmierung der **Werkzeug-Wege bzw.** der **Werkzeug-Bahn** für die Bearbeitung des Werkstückes genügt bei der TNC 150 die Eingabe der gewünschten Werkstück-Kontur und der Maße entsprechend der Zeichnung; die Längen-Korrektur und der Radius der Werkzeuge werden von der TNC 150 automatisch berücksichtigt. Zur Beschreibung der Kontur ist einzugeben, auf welcher Bahn (Gerade [L] oder Kreisbogen bzw. Raumspirale [CC] [C] ) die Maschine auf welchen Punkt (= Soll-Position) fahren soll; zur Festlegung eines Kreisbogens mit tangentialen Übergängen in den anschließenden Konturverlauf genügt die Festlegung des betreffenden Kreis-Radius (Taste [RND] ).

Die Programmierung der **Soll-Positionen** ist nicht nur in rechtwinkeligen Koordinaten möglich, sondern auch in Polarkoordinaten, und zwar in Absolutmaßen oder in Kettenmaßen, in mm oder in Zoll.
Für rein achsparallele Bearbeitungen kann die Programmierung der Positioniersätze alternativ auch – wie bei den HEIDENHAIN-Streckensteuerungen TNC 131/135 – über die Achstasten [X] , [Y] , [Z] bzw. [IV] begonnen, d.h. weiter vereinfacht werden.
Ferner ist für rein achsparallele Bearbeitungen der Maschine auch die Übernahme von Ist-Positionswerten (Anzeigewerten) als Soll-Positionswerte möglich (Playback).
Die **Verfahrgeschwindigkeit** wird in mm/min. oder in 0,1 Zoll/min. bzw. in °/min. (bei Rundtischen) programmiert.
Eine wesentliche Vereinfachung und Abkürzung der Programmierung ist ferner durch die **festprogrammierten Bearbeitungs-Zyklen** gegeben:
.Tiefloch-Bohren,
.Gewindebohren,
.Nutenfräsen,
.Taschenfräsen,
.Kreistaschen-Fräsen,
In Form von Zyklen sind bei der TNC 150 verfügbar:
.Nullpunkt-Verschiebung ,
.Achse-Spiegeln,
.Drehung de Koordinatensystems und
.Maßfaktor.
Die jeweils benötigten Werte werden in der Zyklus-Definition (Taste [CYCL DEF] ) eingegeben; der Zyklus wird dann über die Taste [CYCL CALL] aufgerufen.
Eine wichtige weitere Programmier-Erleichterung bietet die TNC 150 durch die Organisation für **Unterprogramme und Programmteil Wiederholungen:**
mit Hilfe der Taste [LBL SET] lassen sich Programm-Abschnitte als Unterprogramme kennzeichnen, die dann entweder beliebig oft wiederholt werden bzw. später an beliebiger Stelle des Bearbeitungsprogramms aufgerufen werden können (Taste [LBL CALL] ).
Mit den Tasten [Q] und [Q DEF] können anstelle von Koordinaten bzw. Vorschub-Werten sogenannte **Parameter** programmiert werden. Über diese Parameter-Programmierung können z. B. Konturen, die nach mathematischen Formeln zu berechnen sind, bearbeitet werden.
Ein gespeichertes Bearbeitungsprogramm kann in der Betriebsart [⇨] **("Programm-Test")** ohne Maschinenbewegung überprüft werden.
Zum **Programm-Editieren**, d.h. das Korrigieren oder Optimieren von Programmen durch Ändern von Programm-Wörtern oder -Sätzen oder Einfügen und Löschen von Sätzen dient die Zeile mit den Tasten [GO TO] , [↓] , [↑] , [←] , [→] .
Die Programm-Eingabe bzw. -Ausgabe von bzw. auf **externe Datenträger** wird mit der Taste [EXT] gestartet.

Eine Pufferbatterie versorgt nach dem Abschalten der Steuerung oder bei einem Netzspannungs-Ausfall die Speicher für das Bearbeitungsprogramm und für die Maschinen-Parameter (über welche die Steuerungsfunktionen an eine bestimmte Maschine angepaßt werden) mit der erforderlichen Betriebsspannung. Um diese Daten nicht zu verlieren muß ein **BATTERIE-WECHSEL BEI EINGESCHALTETER STEUERUNG** erfolgen! Tritt bei entladener oder fehlender Pufferbatterie eine Netzspannungs-Unterbrechung auf, muß das **BEARBEITUNGSPROGRAMM UND DIE MASCHINEN-PARAMETER** neu eingegeben werden (siehe Kap. R)!

## F) Maschinenspezifische Festlegungen

### F 1) Vorschub F

Die gewünschte Bahngeschwindigkeit wird in mm/min (bzw. in 0,1 Zoll/min) programmiert und in °/min bei Rundtischen – für den maximalen Vorschub (Eilgang) ist entsprechend dem Eingabebereich

bei Programmierung in mm der Wert 15999
bzw.
bei Programmierung in Zoll der Wert 6299
einzugeben.

Die max. Vorschübe bzw. Eilgänge der einzelnen Maschinenachsen werden vom Maschinenhersteller durch Maschinen-Parameter festgelegt und können der Maschinen-Betriebsanleitung entnommen werden.

Der programmierte Vorschub wird durch das Override-Potentiometer überlagert und kann in 2 % Sprüngen geändert werden. Das Vorschub-Override-Potentiometer befindet sich auf der Frontplatte der Steuerung (siehe Gesamtansicht Kapitel D).

## F 2) Zusatzfunktionen M

Zur Steuerung von Zusatzfunktionen (z.B. "Spindel einschalten") werden sogenannte M-Funktionen programmiert. Die Eingabe der M-Funktion wird bei der TNC 150 im Klartext angefordert.

**Spezielle M-Funktionen mit Einfluß auf den Programmablauf:**

| | |
|---|---|
| **M 00** | Unterbricht den Programmablauf nach Abarbeiten des betreffenden Satzes; "Spindel Halt" und "Kühlmittel aus" werden ausgegeben |
| **M 02** | Unterbricht den Programmlauf nach Abarbeiten des betreffenden Satzes und wählt Satz 1 an; außerdem wird "Spindel Halt" und "Kühlmittel aus" ausgegeben. Abhängig von den eingegebenen Maschinenparametern wird ggf. die Status-Anzeige im Bildschirm gelöscht. |
| **M 03** | "Spindel im Uhrzeigersinn" – zu Beginn des Satzes. |
| **M 04** | "Spindel im Gegenuhrzeigersinn" – zu Beginn des Satzes. |
| **M 05** | "Spindel Halt" – am Ende des Satzes. |
| **M 06** | "Werkzeug-Wechsel" – weitere Funktion wie M 00. |
| **M 08** | "Kühlmittel ein" – zu Beginn des Satzes. |
| **M 09** | "Kühlmittel aus" – am Ende des Satzes. |
| **M 13** | "Spindel im Uhrzeigersinn" und "Kühlmittel ein". |
| **M 14** | "Spindel im Gegenuhrzeigersinn" und "Kühlmittel ein". |
| **M 30** | Funktionen wie M 02. |
| **M 90** | Konstante Bahngeschwindigkeit bei Ecken. **Die Funktion von M 90 ist von den bei der Erst-Inbetriebnahme eingegebenen Maschinenparametern abhängig;** genauere Informationen erhalten Sie vom Maschinenhersteller (siehe Kapitel M 3.2.5) |
| **M 91** | Wird in einem Positioniersatz die Funktion M 91 programmiert, so bezieht sich der programmierte Positions-Sollwert nicht auf den gesetzten Werkstück-Bezugspunkt (siehe Kapitel K 2) sondern auf den Referenzpunkt des Meßsystems. |
| **M 92** | Wird in einem Positioniersatz die Funktion M 92 programmiert, so bezieht sich der programmierte Positions-Sollwert nicht auf den gesetzten Werkstück-Bezugspunkt (siehe Kapitel K 2) sondern auf eine Position, die vom Maschinenhersteller durch einen Maschinen-Parameter definiert wurde (z. B. die Werkzeugwechsel-Position). Die Werkzeuglängen-Korrektur ist für diesen Satz nicht wirksam. |
| **M 94** | Wird in einem Positioniersatz für die vierte Achse – bei Einsatz der vierten Achse als Rundachse – die Funktion M 94 programmiert, so wird die Positions-Anzeige vor der Positionierung der vierten Achse auf den entsprechenden Wert unter $360^{\circ}$ reduziert. |
| **M 95**<br>**M 96** | Ändern des Anfahrverhaltens am Konturbeginn (siehe Kapitel M 3.2.6.1) |
| **M 97** | Bahnschnittpunkt-Korrektur bei Außenecken (siehe Kapitel M 3.1) |
| **M 98** | Bahnkorrektur ist beendet (siehe Kapitel M 3.2.6.1) |
| **M 99** | Gleiche Funktion wie "CYCL CALL" (siehe Kapitel M 7.3). |

Freie M-Funktionen werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt und können der Maschinen-Betriebsanleitung entnommen werden.

**Folgende M-Funktionen sind programmierbar:**

| **M-Funktion** (die M-Funktionen mit Einfluß auf den Programmablauf sind gekennzeichnet) | **Ausgabezeitpunkt** | |
|---|---|---|
| | **Satz-Anfang** | **Satz-Ende** |
| **M 00** | | X |
| M 01 | | X |
| **M 02** | | X |
| **M 03** | X | |
| **M 04** | X | |
| **M 05** | | X |
| **M 06** | | X |
| M 07 | X | |
| **M 08** | X | |
| **M 09** | | X |
| M 10 | | X |
| M 11 | X | |
| M 12 | | X |
| **M 13** | X | |
| **M 14** | X | |
| M 15 | X | |
| M 16 | X | |
| M 17 | X | |
| M 18 | X | |
| M 19 | | X |
| M 20 | X | |
| M 21 | X | |
| M 22 | X | |
| M 23 | X | |
| M 24 | X | |
| M 25 | X | |
| M 26 | X | |
| M 27 | X | |
| M 28 | X | |
| M 29 | X | |
| **M 30** | | X |
| M 31 | X | |
| M 32 | | X |
| M 33 | | X |
| M 34 | | X |
| M 35 | | X |

| **M-Funktion** | **Ausgabezeitpunkt** | |
|---|---|---|
| | **Satz-Anfang** | **Satz-Ende** |
| M 36 | X | |
| M 37 | X | |
| M 38 | X | |
| M 39 | X | |
| M 40 | X | |
| M 41 | X | |
| M 42 | X | |
| M 43 | X | |
| M 44 | X | |
| M 45 | X | |
| M 46 | X | |
| M 47 | X | |
| M 48 | X | |
| M 49 | X | |
| M 50 | X | |
| M 51 | X | |
| M 52 | | X |
| M 53 | | X |
| M 54 | | X |
| M 55 | X | |
| M 56 | X | |
| M 57 | X | |
| M 58 | X | |
| M 59 | X | |
| M 60 | | X |
| M 61 | X | |
| M 62 | X | |
| M 63 | | X |
| M 64 | | X |
| M 65 | | X |
| M 66 | | X |
| M 67 | | X |
| M 68 | | X |
| M 69 | | X |
| M 70 | | X |

| **M-Funktion** | **Ausgabezeitpunkt** | |
|---|---|---|
| | **Satz-Anfang** | **Satz-Ende** |
| M 71 | X | |
| M 72 | X | |
| M 73 | X | |
| M 74 | X | |
| M 75 | X | |
| M 76 | X | |
| M 77 | X | |
| M 78 | X | |
| M 79 | X | |
| M 80 | X | |
| M 81 | X | |
| M 82 | X | |
| M 83 | X | |
| M 84 | X | |
| M 85 | X | |
| M 86 | X | |
| M 87 | X | |
| M 88 | X | |
| M 89 | X | |
| **M 90** | X | |
| **M 91** | X | |
| **M 92** | X | |
| M 93 | X | |
| **M 94** | X | |
| **M 95** | | X |
| **M 96** | | X |
| **M 97** | | X |
| **M 98** | | X |
| **M 99** | | X |

## F 3) Spindeldrehzahlen S

Die Drehzahlen der Frässpindel werden beim Werkzeug-Aufruf (siehe Kapitel M 2.2) programmiert.
Folgende Drehzahlen sind programmierbar.

| U/min | U/min | U/min | U/min | U/min |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 10 | 100 | 1000 |
| 0,112 | 1,12 | 11,2 | 112 | 1120 |
| 0,125 | 1,25 | 12,5 | 125 | 1250 |
| 0,14 | 1,4 | 14 | 140 | 1400 |
| 0,16 | 1,6 | 16 | 160 | 1600 |
| 0,18 | 1,8 | 18 | 180 | 1800 |
| 0,2 | 2 | 20 | 200 | 2000 |
| 0,224 | 2,24 | 22,4 | 224 | 2240 |
| 0,25 | 2,5 | 25 | 250 | 2500 |
| 0,28 | 2,8 | 28 | 280 | 2800 |
| 0,315 | 3,15 | 31,5 | 315 | 3150 |
| 0,355 | 3,55 | 35,5 | 355 | 3550 |
| 0,4 | 4 | 40 | 400 | 4000 |
| 0,45 | 4,5 | 45 | 450 | 4500 |
| 0,5 | 5 | 50 | 500 | 5000 |
| 0,56 | 5,6 | 56 | 560 | 5600 |
| 0,63 | 6,3 | 63 | 630 | 6300 |
| 0,71 | 7,1 | 71 | 710 | 7100 |
| 0,8 | 8 | 80 | 800 | 8000 |
| 0,9 | 9 | 90 | 900 | 9000 |

Der Maschinen-Hersteller wählt über Maschinen-Parameter einen bestimmten Drehzahl-Bereich als "erlaubt" aus. Wird eine Drehzahl S außerhalb dieses Bereiches programmiert, so erscheint beim Abarbeiten des Programms die Fehlermeldung **FALSCHE DREHZAHL.**

Die Spindeldrehzahlen werden entweder

.BCD codiert
oder
.analog
ausgegeben.

Bei analoger Ausgabe der Spindeldrehzahl müssen die programmierten Drehzahlen nicht den Werten in der Tabelle entsprechen. Es können beliebige Drehzahlen eingegeben werden, vorausgesetzt die maximale Drehzahl wird nicht überschritten und die minimale Drehzahl wird nicht unterschritten.
Außerdem wird bei analoger Ausgabe der Spindeldrehzahl der programmierten Drehzahl der an dem Potentiometer **"Spindel-Override"** eingestellte % Faktor überlagert. Dieses Potentiometer ist auf der Frontplatte der Steuerung angebracht (siehe Kapitel D).

## F 4) Werkzeugnummern T

Die Werkzeugnummer wird programmiert beim Werkzeug-Aufruf (siehe Kapitel M 2.2).

Es stehen die Werkzeugnummern 0 ... 254 zur Verfügung.

Bei Verwendung eines automatischen Werkzeugwechsels dürfen jedoch nur die Werkzeugnummern 0 ... 99 programmiert werden, da die Steuerung keine dreistelligen Werkzeugnummern ausgeben kann.

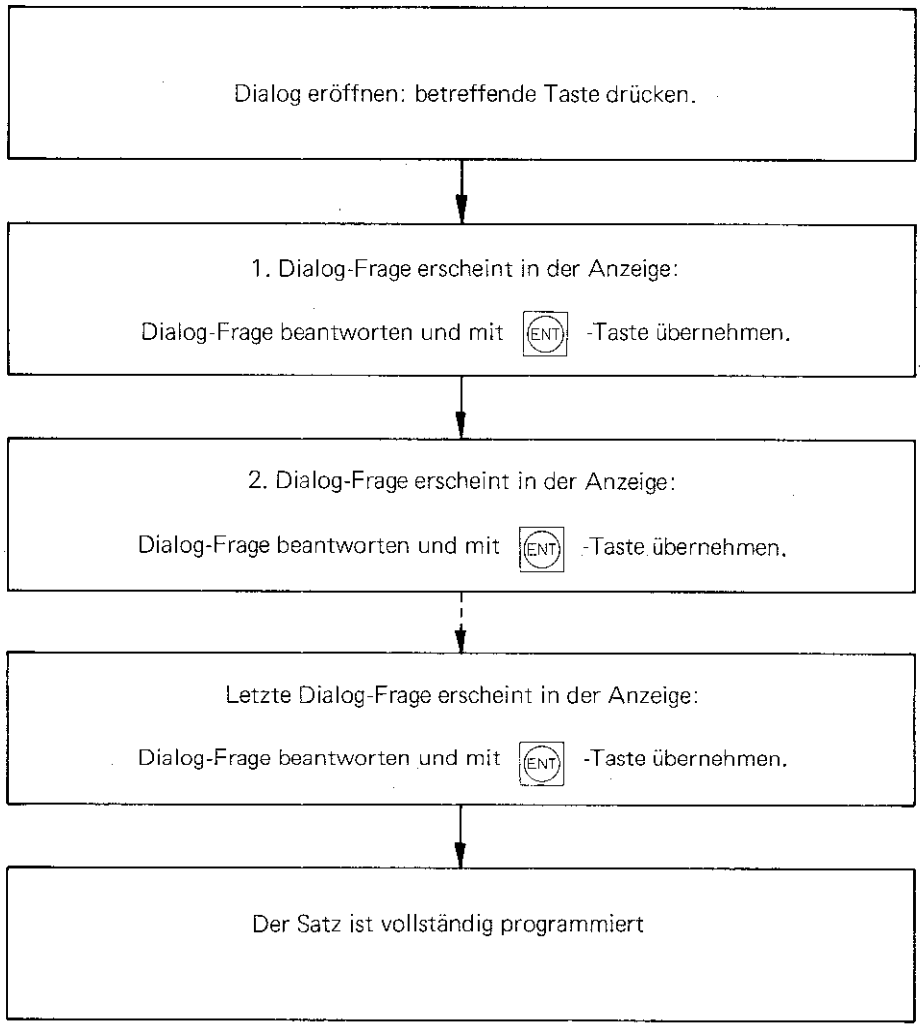
## G) Die Dialoge der TNC 150

Bedienung und Programmierung der Steuerung HEIDENHAIN TNC 150 sind durch den Dialog charakterisiert. Nachdem der Bediener einen Dialog eröffnet hat, übernimmt die Steuerung die Führung bei der Programm-Eingabe durch Fragen im Klartext.

## G 1) Möglichkeiten zur Eröffnung eines Dialogs

Die Dialog-Eröffnungstasten sind auf dem Ausschlagblatt Seite 2 dargestellt.

## G 2) Regeln für die Beantwortung der Dialog-Fragen bei Programmsätzen


Dialog eröffnen: betreffende Taste drücken.
1. Dialog-Frage erscheint in der Anzeige:
Dialog-Frage beantworten und mit ENT -Taste übernehmen.
2. Dialog-Frage erscheint in der Anzeige:
Dialog-Frage beantworten und mit ENT -Taste übernehmen.
Letzte Dialog-Frage erscheint in der Anzeige:
Dialog-Frage beantworten und mit ENT -Taste übernehmen.
Der Satz ist vollständig programmiert

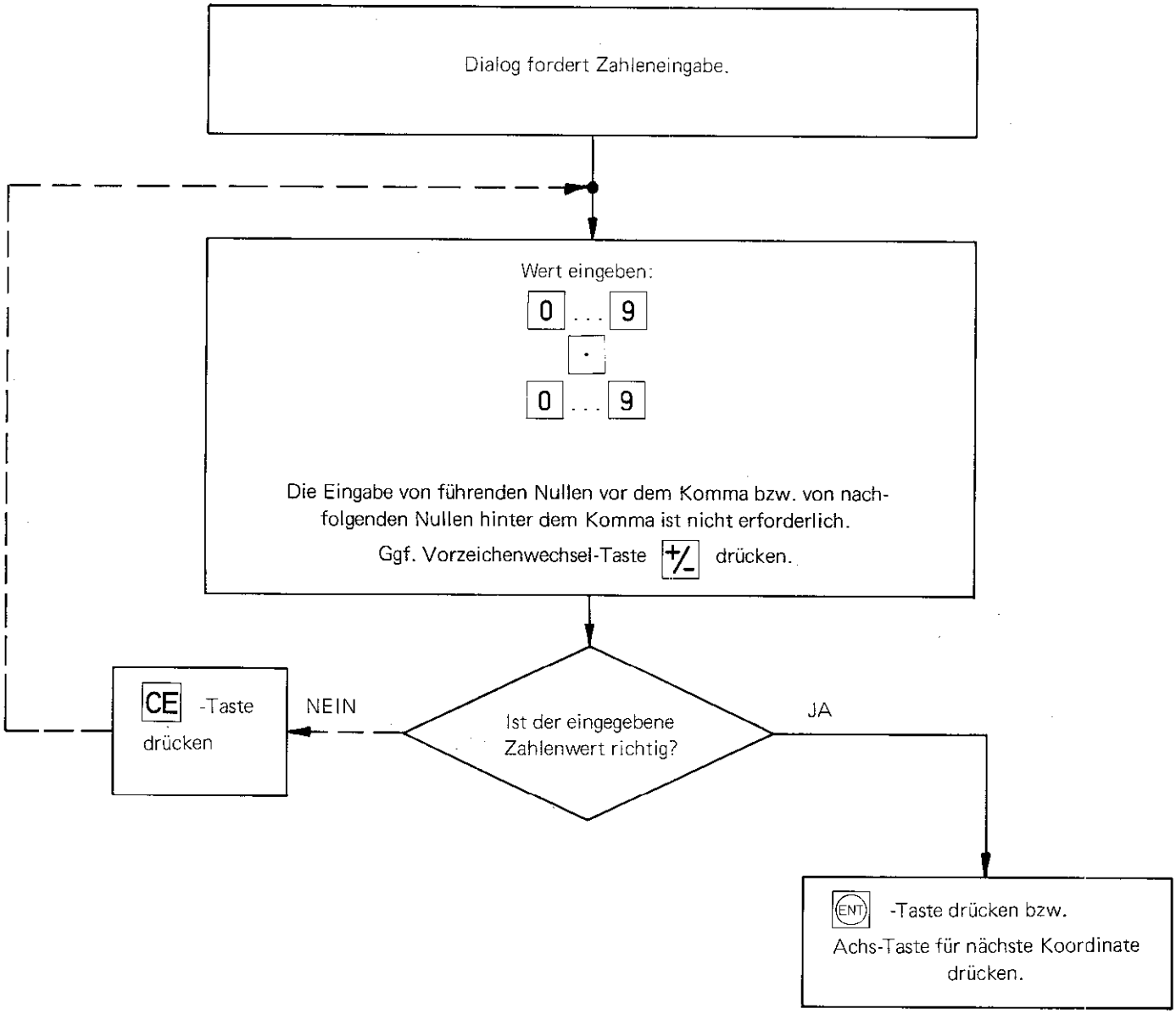
**Taste** NO ENT

Bestimmte Dialog-Fragen können – ohne Eingabe eines Zahlenwertes – mit der Taste NO ENT beantwortet werden. Beim Abarbeiten gelten dann jeweils die zuletzt programmierten Daten. Auf diese Dialog-Fragen wird in den einzelnen Kapiteln speziell hingewiesen.

**Taste** END

Bei Positioniersätzen, Werkzeug-Aufrufen und bei den Zyklen "Nullpunkt" und "Spiegeln" kann die Satz-Eingabe vorzeitig beendet werden mit der Taste END . Beim Abarbeiten gelten dann die zuletzt programmierten Werte (siehe Kapitel M 3.2.4).

## G 3) Eingabe von Zahlenwerten


Dialog fordert Zahleneingabe.
Wert eingeben:
0 ... 9
.
0 ... 9
Die Eingabe von führenden Nullen vor dem Komma bzw. von nachfolgenden Nullen hinter dem Komma ist nicht erforderlich.
Ggf. Vorzeichenwechsel-Taste +/- drücken.
Ist der eingegebene Zahlenwert richtig?
NEIN
CE -Taste drücken
JA
ENT -Taste drücken bzw. Achs-Taste für nächste Koordinate drücken.

**Eingabefeinheit bei Maßen und Koordinaten:**

.Längen bis 0,001 mm bzw. 0,0001 Zoll,
.Winkel in Grad, bis 0,001°

**Der Eingabebereich beträgt:**
.für Längen ± 30 000,000 mm (bzw. 1181,1024 Zoll),
.für Polarkoordinaten-Winkel ± 5 400°,
.für die vierte Achse als Rundachse ± 30 000,000°.

# H) Fehler-Vermeidung und -Diagnose

## H 1) Fehlermeldungen

Die TNC 150 besitzt ein umfassendes Überwachungssystem für Eingabe- bzw. Bedienfehler und zur Diagnose von technischen Defekten am System Steuerung – Maschine.

Überwacht werden:

**.Programmier- und Bedienfehler**
z.B. Fehlermeldungen
**TASTE OHNE FUNKTION**
**KREIS-ENDPUNKT FALSCH**
**EINGABEWERT FALSCH**

**.Interne Steuerungs-Elektronik**
z.B. Fehlermeldungen
**TEMPERATUR ZU HOCH**
**PUFFER-BATTERIE WECHSELN**
**STEUERUNGS-ELEKTRONIK DEFEKT**

**.Wegmeßsysteme und bestimmte Maschinenfunktionen**
z.B. Fehlermeldungen
**MESSYSTEM X DEFEKT**
**GROBER POSITIONIER-FEHLER**
**STEUERSPANNUNG FUER RELAIS FEHLT**

Die Steuerung unterscheidet zwischen harmlosen und **schwerwiegenden Fehlern**, wobei die schwerwiegenden Fehler mit **blinkender** Anzeige gemeldet werden (z.B. Fehlfunktionen der Wegmeßsysteme, der Antriebe oder Fehler in der Elektronik der Steuerung); bei schwerwiegenden Fehlern wird die Maschine gleichzeitig über den **NOT-AUS**-Kontakt der Steuerung abgeschaltet.

## H 2) Löschen von Fehlermeldungen

**.harmlose Fehler**
z.B. **TASTE OHNE FUNKTION**
Diese Fehler können durch Drücken der CE-Taste gelöscht werden.
**.schwerwiegende Fehler**
z.B. **GROBER POSITIONIER-FEHLER**
Diese Fehler werden **blinkend** angezeigt und können nur durch **Ausschalten der Netzspannung** der Steuerung gelöscht werden.

## H 3) Fehlermeldung "Puffer-Batterie wechseln"

Erscheint in der Dialog-Anzeige **PUFFER-BATTERIE WECHSELN**, so sind neue Batterien einzusetzen (die Batterie hält den Speicherinhalt aber mindestens noch 1 Woche). Die Puffer-Batterien befinden sich hinter der Verschraubung auf der Bedientafel links unten (siehe Kapitel D). Beim Auswechseln der Batterien ist auf die richtige Polarität zu achten (Pluspol der Batterie nach außen).

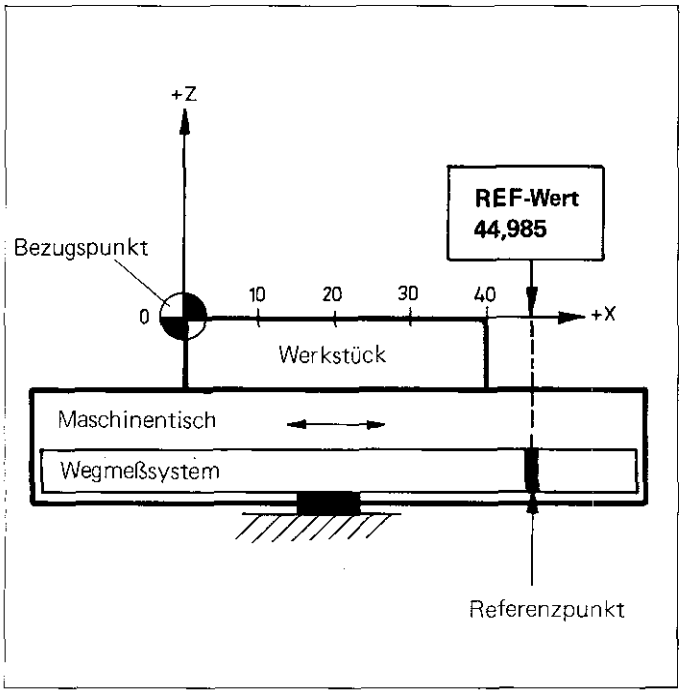
Für den Austausch sind drei handelsübliche "Mignon-Zellen" mit der IEC-Bezeichnung "LR 6" der sog. "leak-proof"-Ausführung erforderlich. Wir empfehlen insbesondere die Verwendung von Mallory-Alkali-Batterien mit der Bezeichnung "MN 1500".

Bei leeren (oder fehlenden) Puffer-Batterien werden die Speicher für die Maschinen-Parameter und für das Bearbeitungsprogramm vom Netz versorgt. Ein Weiterarbeiten ist also möglich – die Speicher werden jedoch bei einer Netzspannungs-Unterbrechung gelöscht. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß **die TNC zum Batterie-Wechsel eingeschaltet sein muß: tritt während eines Batterie-Wechsels (bei entladener oder fehlender Batterie) eine Netzspannungs-Unterbrechung auf, müssen die Maschinen-Parameter (siehe Kapitel R ) und das Bearbeitungsprogramm neu eingegeben werden !**

## I) Einschalten der TNC 150 und Überfahren der Referenzpunkte

Die Wegmeßsysteme aller Maschinen-Achsen besitzen Referenzmarken. Diese liefern beim Überfahren ein Signal, das einen eindeutigen Bezug zwischen den **Positionen** der Maschinenachsen **und den Positionswerten** herstellt. Die Referenzmarken-Position auf den Maschinen-Achsen wird Referenzpunkt genannt.

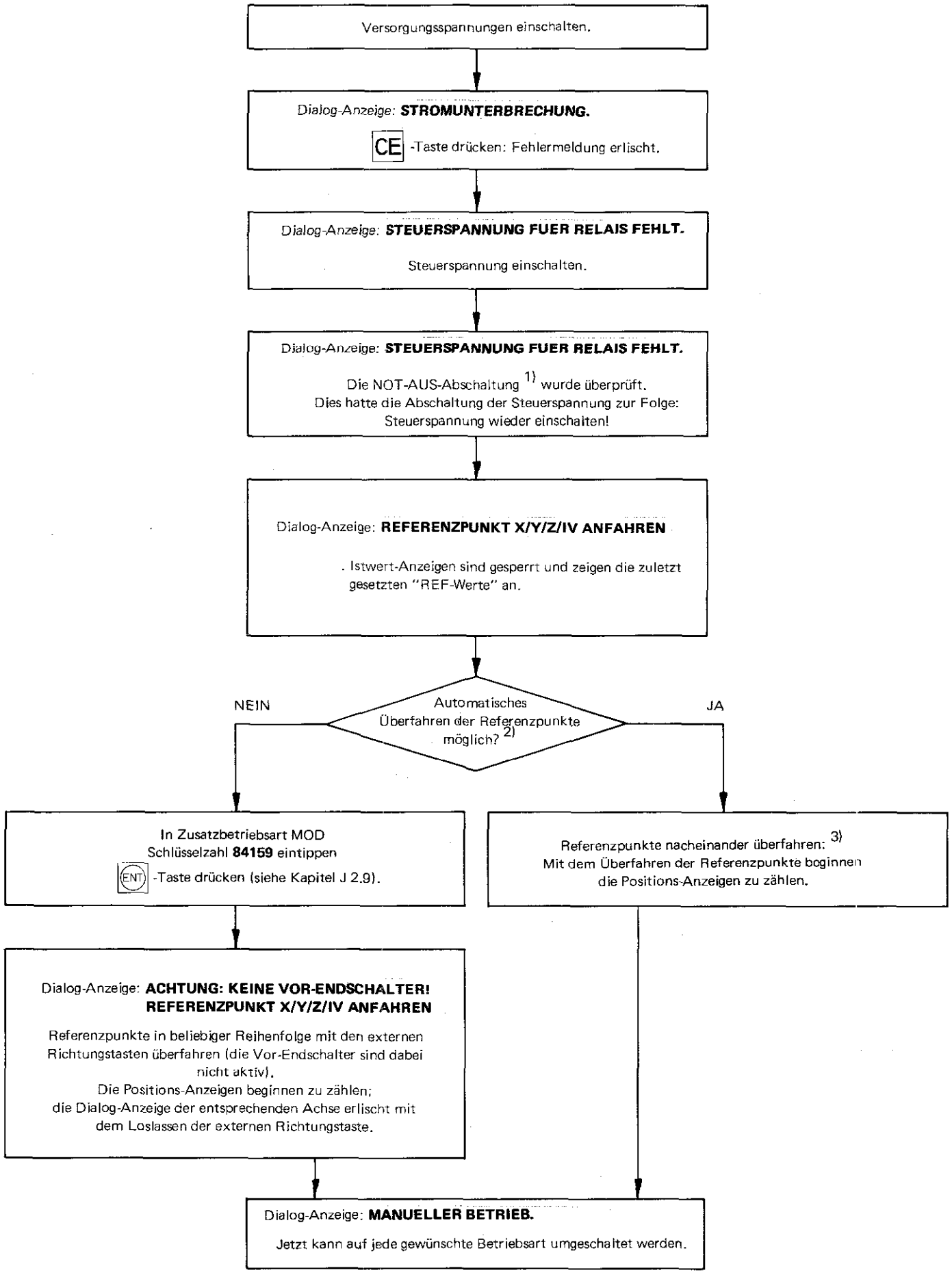
**Die Referenzpunkte müssen nach jeder Stromunterbrechung überfahren werden** (da die TNC 150 mit Software-Endschaltern ausgestattet wurde) – andernfalls sind alle weiteren Bedienmöglichkeiten gesperrt! Außerdem wird durch das Überfahren der Referenzmarken **der letzte Bezugspunkt reproduziert, der vor der Stromunterbrechung gesetzt wurde** (siehe Kapitel K 2).




Beim Setzen eines Bezugspunktes werden den Referenzpunkten bestimmte Zahlenwerte, die sogenannten **"REF-Werte"** zugeordnet.

Diese Werte werden in der Steuerung automatisch eingespeichert so daß auch nach einer Stromunterbrechung der zuletzt festgelegte Bezugspunkt durch einfaches Überfahren der Referenzpunkte wieder zur Verfügung steht.

**Das Einschalten der TNC 150 und das Überfahren der Referenzpunkte geschieht wie folgt:**


Versorgungsspannungen einschalten.
Dialog-Anzeige: STROMUNTERBRECHUNG.
CE -Taste drücken: Fehlermeldung erlischt.
Dialog-Anzeige: STEUERSPANNUNG FUER RELAIS FEHLT.
Steuerspannung einschalten.
Dialog-Anzeige: STEUERSPANNUNG FUER RELAIS FEHLT.
Die NOT-AUS-Abschaltung 1) wurde überprüft.
Dies hatte die Abschaltung der Steuerspannung zur Folge:
Steuerspannung wieder einschalten!
Dialog-Anzeige: REFERENZPUNKT X/Y/Z/IV ANFAHREN
. Istwert-Anzeigen sind gesperrt und zeigen die zuletzt gesetzten "REF-Werte" an.
NEIN
Automatisches Überfahren der Referenzpunkte möglich? 2)
JA
In Zusatzbetriebsart MOD
Schlüsselzahl 84159 eintippen
ENT -Taste drücken (siehe Kapitel J 2.9).
Referenzpunkte nacheinander überfahren: 3)
Mit dem Überfahren der Referenzpunkte beginnen die Positions-Anzeigen zu zählen.
Dialog-Anzeige: ACHTUNG: KEINE VOR-ENDSCHALTER!
REFERENZPUNKT X/Y/Z/IV ANFAHREN
Referenzpunkte in beliebiger Reihenfolge mit den externen Richtungstasten überfahren (die Vor-Endschalter sind dabei nicht aktiv).
Die Positions-Anzeigen beginnen zu zählen;
die Dialog-Anzeige der entsprechenden Achse erlischt mit dem Loslassen der externen Richtungstaste.
Dialog-Anzeige: MANUELLER BETRIEB.
Jetzt kann auf jede gewünschte Betriebsart umgeschaltet werden.

1) Diese Überprüfung der NOT-AUS-Abschaltung wird bei jedem Einschalten der Steuerung wegen der großen Bedeutung des NOT-AUS-Kreises für *die Betriebssicherheit von Maschine und Steuerung vorgenommen.*

2) Vom Maschinenhersteller wurde durch die Maschinen-Parameter (siehe Kapitel R) für das automatische Referenzpunktfahren Geschwindigkeit, Achsfolge und Verfahrrichtung festgelegt. Vor jedem automatischen Referenzpunktfahren ist daher zu überprüfen, ob keine Hindernisse, z.B. eine Vorrichtung, im Wege steht.

3) Das automatische Überfahren der Referenzpunkte wird mit der externen Start-Taste aktiviert. Aus Sicherheitsgründen muß jede Achse neu gestartet werden. Erst mit dem Überfahren des Referenzpunktes beginnt die Positions-Anzeige der betreffenden Achse zu zählen, und die Dialog-Anzeige erlischt.

## J) Zusatz-Betriebsarten MOD

Mit Hilfe der Taste MOD werden folgende Zusatz-Betriebsarten angewählt:

**.Zahl der freien Sätze**
**.Wechsel mm/inch**
**.4.Achse ein/aus**
**.Positions-Anzeige:** Ist-Position
Restwege zu den Referenzpunkten
Schleppfehler
Soll-Position
Restwege zur Soll-Position
**.Positions-Anzeige groß/klein**
**.Baud-Rate**
**.Verfahrbereichs-Begrenzung**
**.NC-Software Nummer**
**.PC-Software-Nummer**
**.Schlüsselzahl**

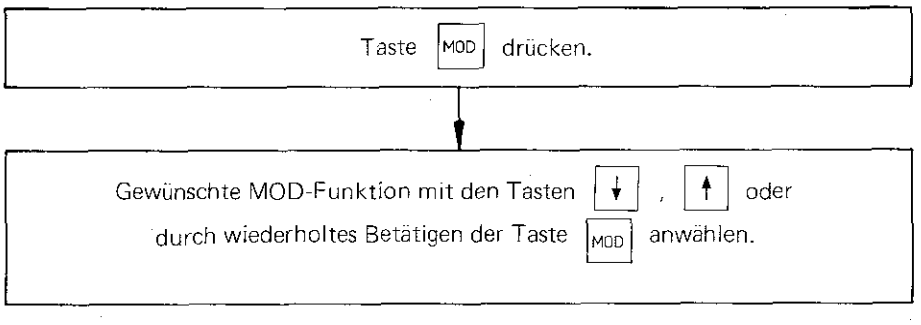
Ist der Programmlauf in der Betriebsart ⇉ gestartet, so können nur noch die Zusatz-Betriebsarten
**.Freie Sätze**
**.Positions-Anzeige groß/klein**
angewählt werden.

Solange die Fehlermeldung **STROMUNTERBRECHUNG** am Bildschirm angezeigt wird können nur die Zusatz-Betriebsarten
**.Schlüsselzahl**
**.4.Achse ein/aus**
**.NC-Software-Nummer**
**.PC-Software-Nummer**
angewählt werden.

Die Zusatz-Betriebsart 4.Achse ein/aus kann nicht mehr angewählt werden nach Löschen der Fehlermeldung **STROMUNTERBRECHUNG.**

## J 1) Anwählen und Verlassen der Zusatz-Betriebsarten

Die Taste MOD kann in jeder Betriebsart angewählt werden:




**Die Zusatz-Betriebsarten werden verlassen durch Drücken der Taste** DEL □ .

Wurde vor dem Verlassen eine Änderung eines Zahlenwertes eingegeben, so muß diese erst durch Drücken der Taste ENT eingespeichert werden.

## J 2) Erläuterung der MOD-Funktionen

### J 2.1) Freie Sätze

Über die MOD-Funktion **FREIE SAETZE** wird die Anzahl der im Speicher für die Bearbeitungsprogramme noch verfügbaren Programmsätze angezeigt.

Beispiel für die Anzeige:

**FREIE SAETZE = 1179**

### J 2.2) mm/Zoll-Umschaltung

Die Steuerung kann entweder im metrischen System oder im Zoll-System arbeiten. Die Umschaltung der Positions-Anzeigen von "mm" auf "Zoll" geschieht wie folgt:

Nach Anwählen der MOD-Funktion:
Dialog-Frage: **WECHSEL MM/INCH ?**

↓

Taste (ENT) drücken.
Die Steuerung wird von mm- auf INCH-Betrieb umgeschaltet oder umgekehrt.

### J 2.3) Umschalten der Positions-Anzeige

Die Positions-Anzeige der TNC 150 kann auf folgende Anzeige-Arten umgeschaltet werden:

| Anzeige-Art | Abkürzung in der Bildschirm-Anzeige | Bemerkung |
|---|---|---|
| Ist-Position | **IST** | Anzeige der jeweiligen Ist-Position |
| Restwege zu den Referenzpunkten | **REF** | Anzeige der Restwege zu den Referenzpunkten |
| Schleppfehler (Schlupf) | **SCHPF** | Anzeige der Differenzen zwischen momentaner Soll-Position und Ist-Position: Sollwerte – Istwerte |
| Soll-Position | **SOLL** | Anzeige der von der Steuerung errechneten momentanen Soll-Position |
| Restwege | **REST** | Anzeige der Restwege zur Soll-Position (Differenzen zwischen programmierter Soll-Position und momentaner Ist-Position) |

Nach Anwählen der entsprechenden MOD-Funktion:
Dialog-Anzeige: **POSITIONS-ANZEIGE**

↓

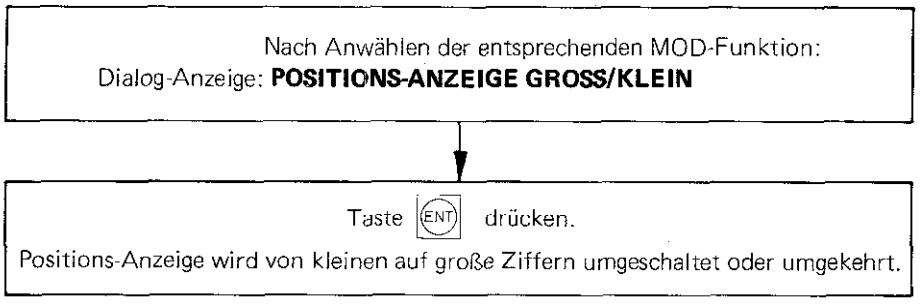
Durch (ggf. mehrmaliges) Drücken der Taste (ENT) wird die gewünschte Anzeige-Art gewählt.

## J 2.4) Positions-Anzeige groß/klein

Die Positions-Anzeige auf dem Bildschirm der TNC 150 kann in den Betriebsarten **Einzelsatz-Programmlauf** und **Satzfolge-Programmlauf** auf kleine Ziffern oder auf große Ziffern umgeschaltet werden.

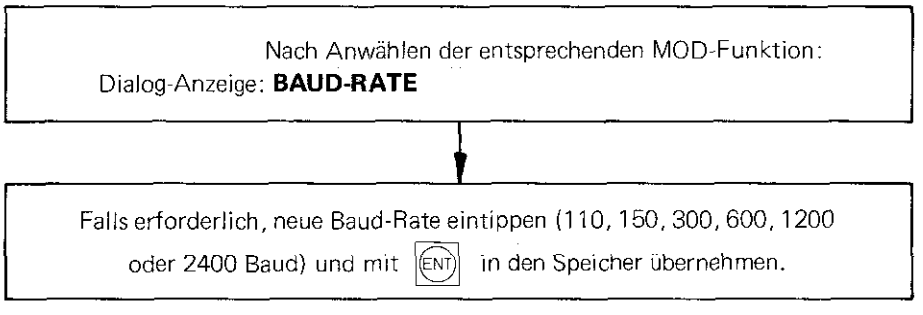
**Positions-Anzeige klein:**
Es werden vier Programmsätze des Bearbeitungsprogramms und die Position (mit kleinen Ziffern) angezeigt.

**Positions-Anzeige groß:**
Es wird nur der aktuelle Programmsatz des Bearbeitungsprogramms und die Position (mit großen Ziffern) angezeigt.


Nach Anwählen der entsprechenden MOD-Funktion:
Dialog-Anzeige: POSITIONS-ANZEIGE GROSS/KLEIN
Taste ENT drücken.
Positions-Anzeige wird von kleinen auf große Ziffern umgeschaltet oder umgekehrt.

## J 2.5) Umschalten der Baud-Rate

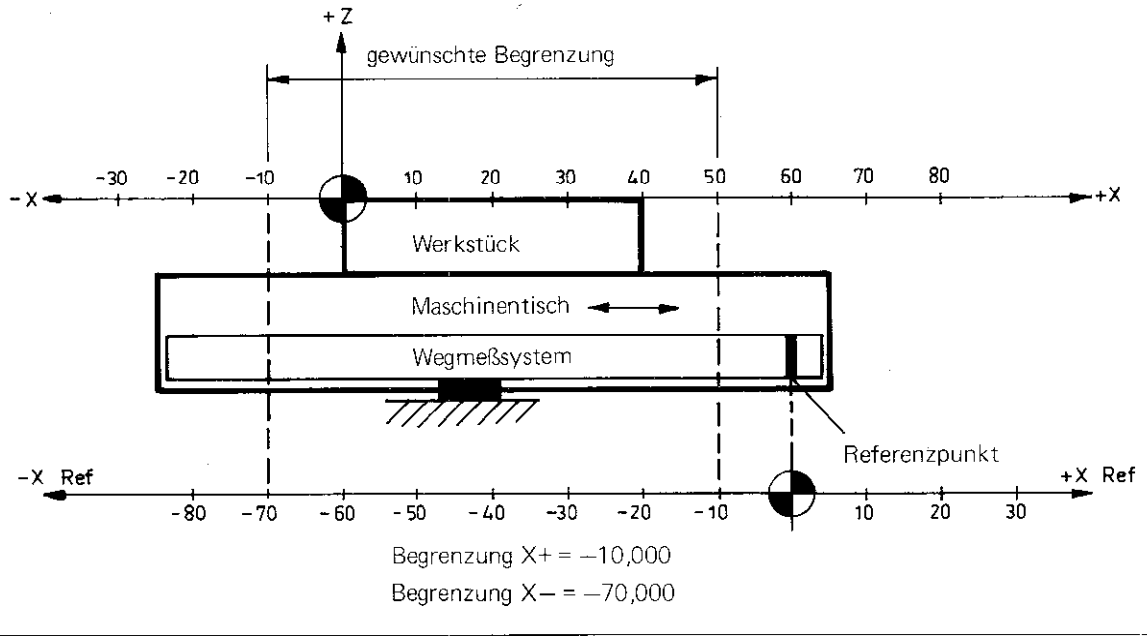
Die Übertragungs-Geschwindigkeit der Datenschnittstelle V.24 bzw. RS-232-C ist bei der TNC 150 automatisch auf 2400 Baud gesetzt – angepaßt an die HEIDENHAIN-Magnetband-Einheit ME 101/ME 102.
Soll an die TNC 150 ein Peripheriegerät mit einer anderen Baud-Rate angeschlossen werden (ohne Zwischenschaltung der ME), muß diese Baud-Rate eingegeben werden:


Nach Anwählen der entsprechenden MOD-Funktion:
Dialog-Anzeige: BAUD-RATE
Falls erforderlich, neue Baud-Rate eintippen (110, 150, 300, 600, 1200 oder 2400 Baud) und mit ENT in den Speicher übernehmen.

Die neue Baud-Rate wird auch einfach durch Weiterschalten der MOD-Funktion mit den Tasten ↑ ↓ oder MOD übernommen.

## J 2.6) Begrenzung des Verfahrbereiches

Die durch die Software-Endschalter vorgegebenen Verfahrwege, können eingeschränkt werden, um z. B. bei bestimmten Werkstücken eine Kollision zu vermeiden. Diese Begrenzung wird in jeder Achse nacheinander in + und – Richtung, bezogen auf den Referenzpunkt festgelegt. Dazu die Positions-Anzeige zur Bestimmung der Grenzpositionen auf "REF" schalten.




Betriebsart [hand] oder [steering wheel] wählen.

↓

Taste [MOD] drücken;

MOD-Funktion **POSITIONS-ANZEIGE**
wählen und die **Positions-Anzeige auf "REF"** schalten.

↓

MOD-Funktion **BEGRENZUNG**
für die gewünschte Achse und Richtung wählen.

↓

Mit den externen Richtungstasten oder mit dem Handrad
die **Grenzpositionen anfahren.**

↓

Angezeigte Positionswerte programmieren:
[0] ... [9] und [ENT] drücken.

.
.
.

usw.

Soll **ohne Verfahrbereichs-Begrenzung** gearbeitet werden, so empfiehlt es sich + **30000 mm** bzw. **– 30000 mm** für die entsprechende Achse und Richtung einzugeben!

## J 2.7) Anzeige der NC-Software-Nummer

Mit Hilfe dieser MOD-Funktion kann die Software-Nummer der Steuerung angezeigt werden.

Beispiel für die Anzeige:

**NC: SOFTWARE-NUMMER: 221 804 04**

## J 2.8 Anzeige der PC-Software-Nummer

Mit Hilfe dieser MOD-Funktion kann die Software-Nummer der integrierten PC angezeigt werden.

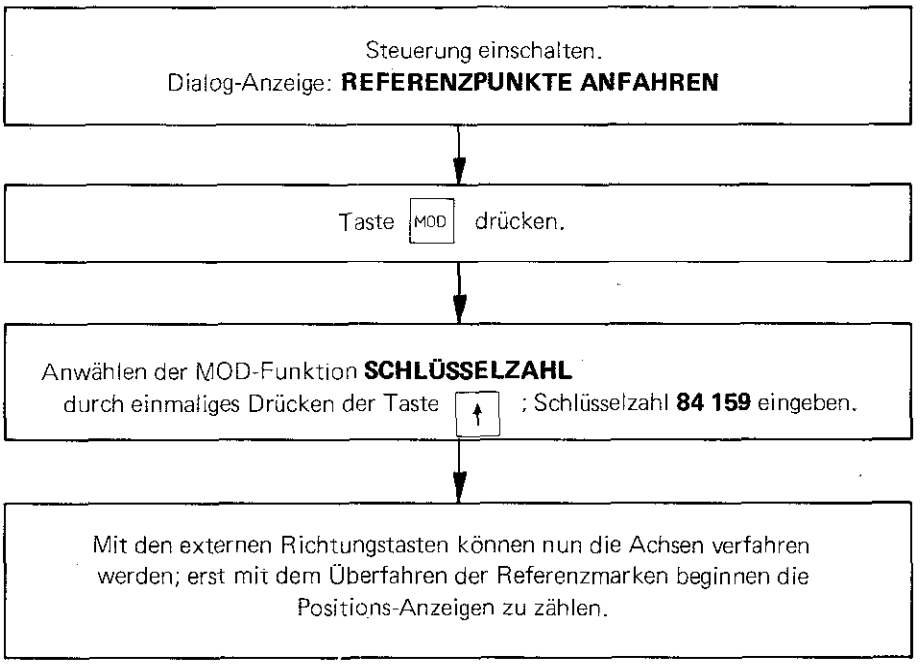
Beispiel für die Anzeige:

**PC: SOFTWARE-NUMMER: 221 510 01**

## J 2.9) Schlüsselzahl

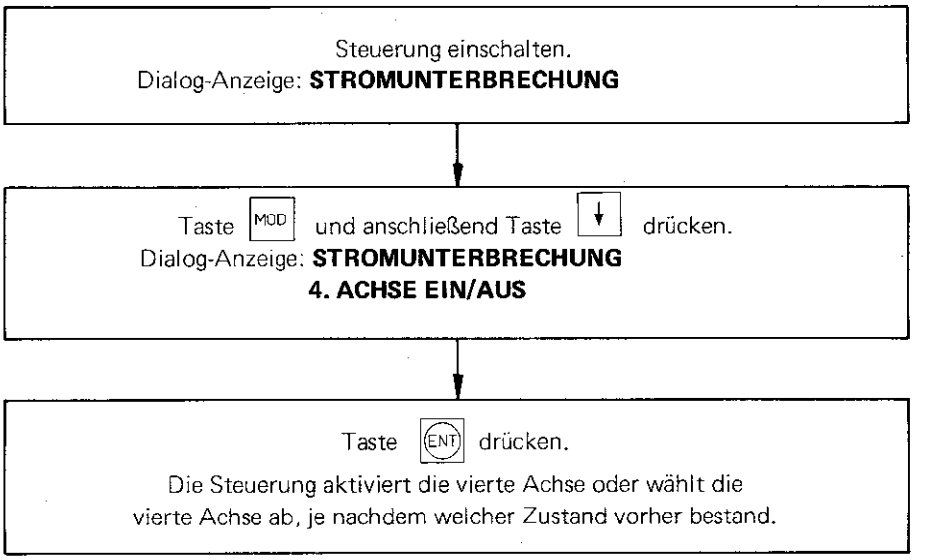
Über diese MOD-Funktion können mit Hilfe von Schlüsselzahlen bestimmte Betriebsarten angewählt werden.

Durch Eingeben der Schlüsselzahl **84 159** können die Maschinen-Achsen mit den externen Richtungstasten bewegt werden, ohne daß vorher die Referenzmarken überfahren werden müssen (siehe Kap. I):


Steuerung einschalten.
Dialog-Anzeige: REFERENZPUNKTE ANFAHREN
Taste MOD drücken.
Anwählen der MOD-Funktion SCHLÜSSELZAHL
durch einmaliges Drücken der Taste ↑ ; Schlüsselzahl 84 159 eingeben.
Mit den externen Richtungstasten können nun die Achsen verfahren werden; erst mit dem Überfahren der Referenzmarken beginnen die Positions-Anzeigen zu zählen.

## J 2.10) 4. Achse ein/aus

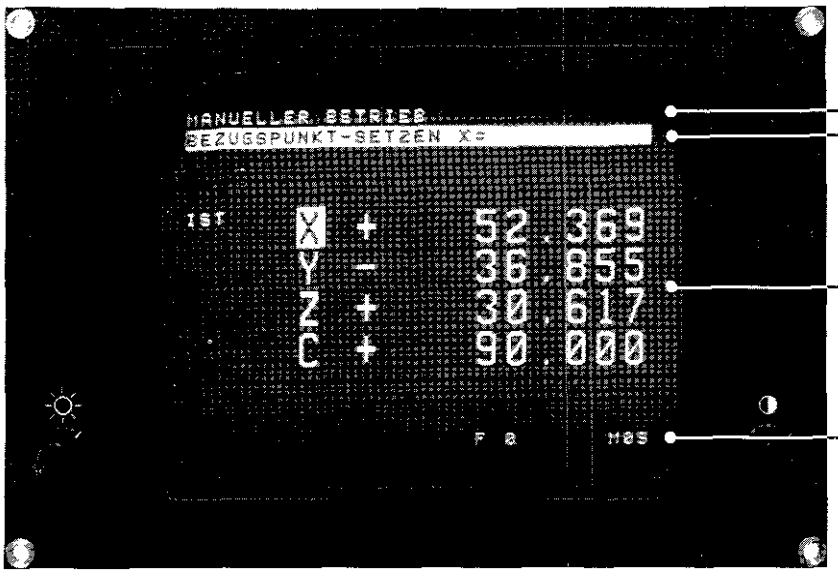
Unmittelbar nach dem Einschalten der Steuerung – vor dem Löschen der Fehlermeldung **STROMUNTERBRECHUNG** – (und nur dann) ist es möglich, die vierte Achse aktiv bzw. inaktiv zu schalten (so daß gegebenenfalls ein Rundtisch bedarfsweise als vierte Achse gesteuert werden kann).


Steuerung einschalten.
Dialog-Anzeige: STROMUNTERBRECHUNG
Taste MOD und anschließend Taste ↓ drücken.
Dialog-Anzeige: STROMUNTERBRECHUNG
4. ACHSE EIN/AUS
Taste ENT drücken.
Die Steuerung aktiviert die vierte Achse oder wählt die
vierte Achse ab, je nachdem welcher Zustand vorher bestand.

**Beachte:**
Diese MOD-Funktion kann nicht mehr angewählt werden nach Löschen der Fehlermeldung **STROMUNTERBRECHUNG**.

## K) Manueller Betrieb (Handbetrieb)

Bildschirm-Anzeige:




Betriebsart
Zeile Eingabe-Dialog bzw. Fehlermeldungen
Positionswerte
Vorschub für die externen Richtungstasten, Zusatzfunktior (M03, M04, M05)

## K 1) Manuelles Verfahren der Maschinen-Achsen

Die Steuerung ist nach dem Einschaltvorgang automatisch in der Betriebsart "Manuell". In dieser Betriebsart können die Achsen über die Richtungstasten, die sich auf dem Maschinen-Bedienfeld befinden, verfahren werden. Die Verfahrgeschwindigkeit kann entweder

**a)** über das Override-Potentiometer der Steuerung

oder

**b)** über ein externes Potentiometer

eingestellt werden, je nachdem wie die Steuerung an die Maschine angepaßt wurde.

Die Maschinen-Achsen können auf zwei Arten verfahren werden:

**.Tippbetrieb**
Die gewünschte Achsrichtungs-Taste wird gedrückt und die angewählte Maschinen-Achse verfährt. Sie wird wieder angehalten durch Loslassen der Achsrichtungs-Taste.

**.Kontinuierlicher Betrieb**
Wird nach Betätigung einer Achsrichtungs-Taste auch die externe Start-Taste gedrückt, so fährt die angewählte Maschinen-Achse auch nach dem Loslassen der Tasten weiter. Sie wird angehalten durch das Drücken der externen Stop -Taste.

## K 2) Bezugspunkt-Setzen

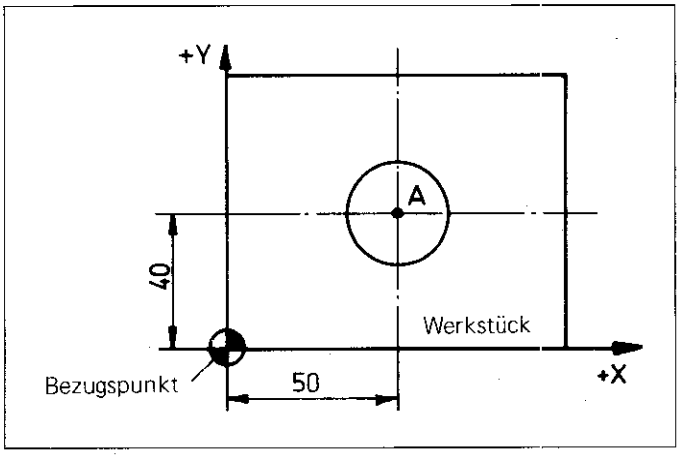
Zur Bearbeitung eines Werkstücks müssen die Anzeigewerte den Werkstück-Positionen entsprechen; beim Bezugspunkt-Setzen werden die vier Istwert-Anzeigen nach dem Werkstück auf vorgegebene Werte gesetzt (man setzt also in die Anzeigen bestimmte Zahlen als Ausgangswerte, wobei die Maschinen-Achsen eine ganz bestimmte Position haben). Sind z.B. die Werkstückmaße der nachstehenden Skizze entsprechend auf die linke untere Ecke bezogen, so stellt diese Ecke den Werkstück-Bezugspunkt dar, und es ist den Achsen X und Y für diese Position der Anzeigewert 0 zuzuordnen.

Dazu kann entweder

**a)** der Werkstück-Bezugspunkt eingefahren werden (z.B. mit einem optischen Kantensucher) und dann die X-Anzeige und die Y-Anzeige auf 0 gesetzt werden.

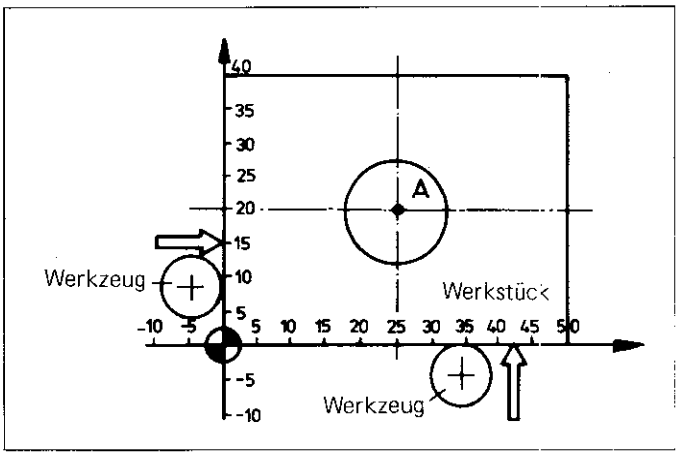
**b)** die bekannte Position A eingefahren (z.B. mit einem Zentriergerät für die Bohrung) und die X-Anzeige dann auf 50 und die Y-Anzeige auf 40 gesetzt werden

oder

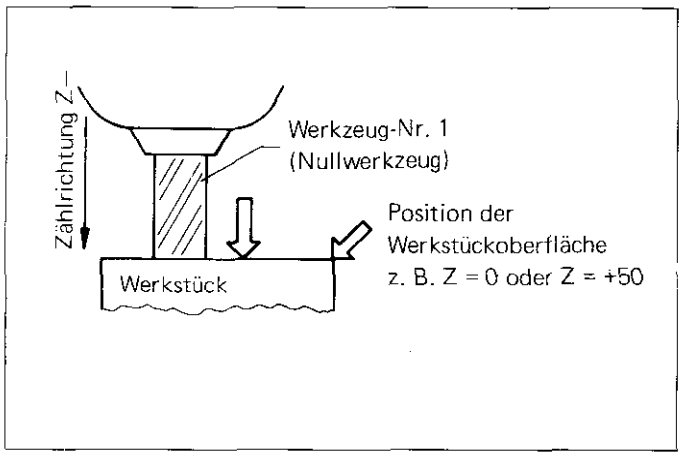



**c)** der Werkstück-Bezugspunkt durch Antasten des Werkstücks festgelegt werden. Mit dem Werkzeug (bzw. einem mechanischen Kantensucher) – das einen Durchmesser von 10 mm haben soll – wird zuerst die linke Werkstück-Kante angefahren und bei Berühren die X-Anzeige auf –5 gesetzt und hernach die untere Werkstück-Kante angefahren und im Berührungspunkt die Y-Anzeige auf –5 gesetzt.

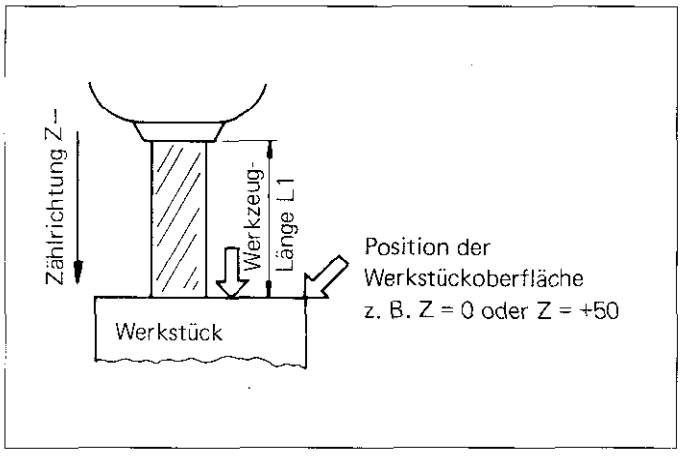
Das Setzen der beiden Achsen entspricht dem Fall b) (statt 50 und 40 ist nun der Wert –5 einzugeben).



In unserem Beispiel war die Z-Achse die Werkzeug-Achse. Die Festlegung des Werkstück-Bezugspunktes für die Z-Achse geschieht auf verschiedene Arten, je nachdem, welche Werkzeuge verwendet werden.




**a) Werkzeuge in Spannzangen (ohne bzw. mit Längenanschlag)**
Zur Festlegung des Werkstück-Bezugspunktes für die Werkzeug-Achse muß das erste Werkzeug eingespannt werden (Werkzeug 1 = Nullwerkzeug, siehe auch Kapitel M 2.1 "Werkzeug-Definition"). Soll z.B. der Werkstück-Oberfläche der Bezugswert 0 zugeordnet werden, so tastet man mit dem Werkzeug die Werkstück-Oberfläche an und setzt in dieser Position die Z-Achse auf 0 (entsprechend dem Fall a) für die Achsen X und Y).
Hat die Werkstück-Oberfläche einen von 0 verschiedenen Wert, so ist die Werkzeug-Achse auf den betreffenden Bezugswert zu setzen, z.B. auf + 50.
Die Korrekturwerte für die übrigen Werkzeuge werden auf das Werkzeug 1 (Nullwerkzeug) bezogen.



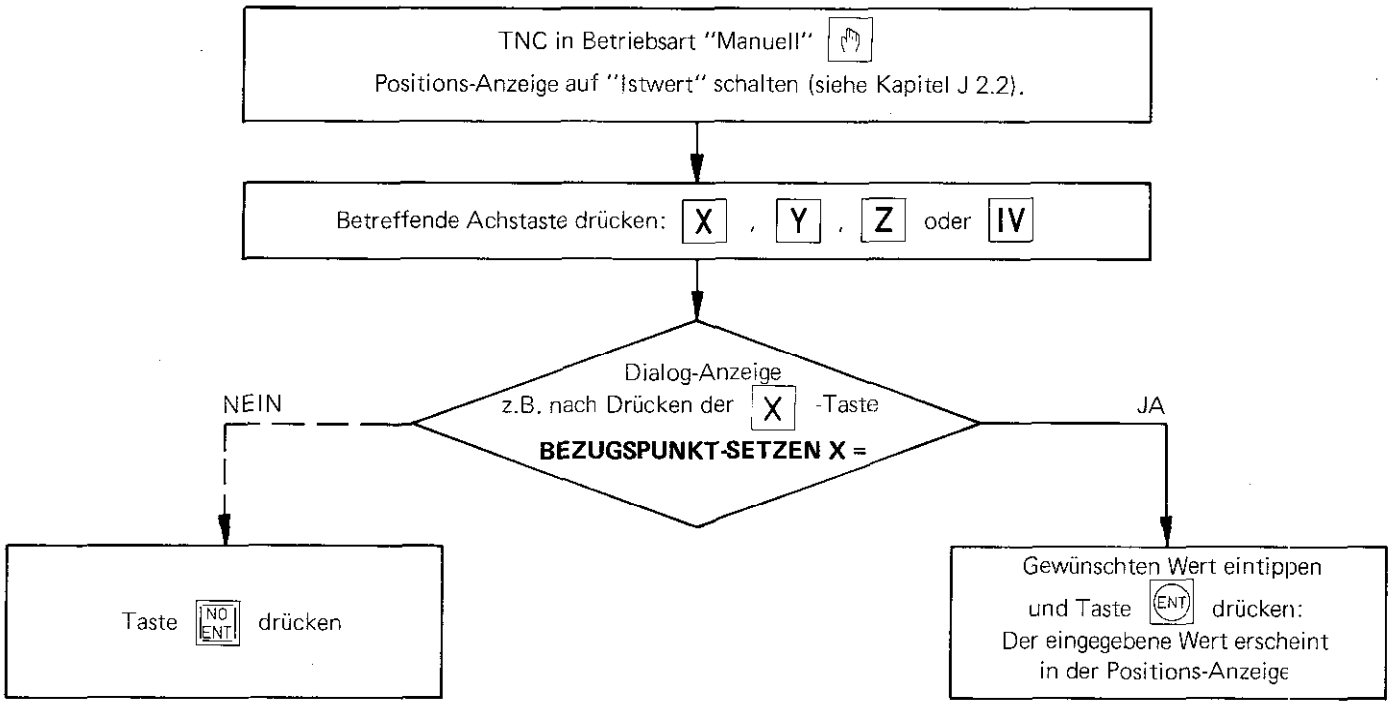

**b) Voreingestellte Werkzeuge**
Bei voreingestellten Werkzeugen sind die Werkzeug-Längen bereits bekannt. Mit einem beliebigen Werkzeug wird die Oberfläche des Werkstücks angetastet. Um der Werkstück-Oberfläche den Wert 0 zuzuordnen, wird die Werkzeug-Achse auf die Länge + L 1 des betreffenden Werkzeugs gesetzt.
Hat die Werkstück-Oberfläche einen von 0 verschiedenen Wert, so muß der Istwert-Zähler der Werkzeug-Achse auf folgenden Bezugswert gesetzt werden:

**(Bezugswert Z) = (Werkzeug-Länge L 1) + (Position Oberfläche)**

Beispiel:
Werkzeug-Länge L = 100 mm;
Position der Werkstück-Oberfläche + 50 mm.

(Bezugswert Z) = 100 mm + 50 mm = 150 mm.

**Das Setzen der Istwert-Anzeigen geschieht wie folgt:**

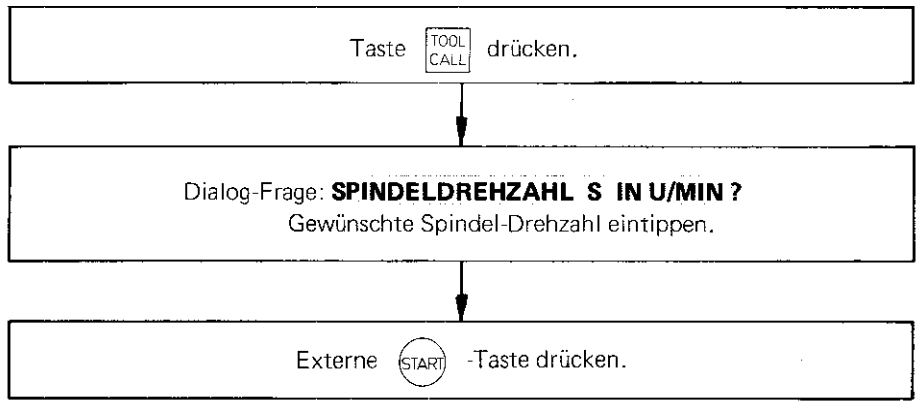

TNC in Betriebsart "Manuell"
Positions-Anzeige auf "Istwert" schalten (siehe Kapitel J 2.2).
Betreffende Achstaste drücken: X , Y , Z oder IV
Dialog-Anzeige
z.B. nach Drücken der X -Taste
BEZUGSPUNKT-SETZEN X =
NEIN
JA
Taste NO ENT drücken
Gewünschten Wert eintippen
und Taste ENT drücken:
Der eingegebene Wert erscheint
in der Positions-Anzeige

Falls die Positions-Anzeige auf "Restwege zu den REF-Marken" (siehe Kapitel J 2.2) geschaltet wurde, kann der Bezugspunkt nicht gesetzt werden.

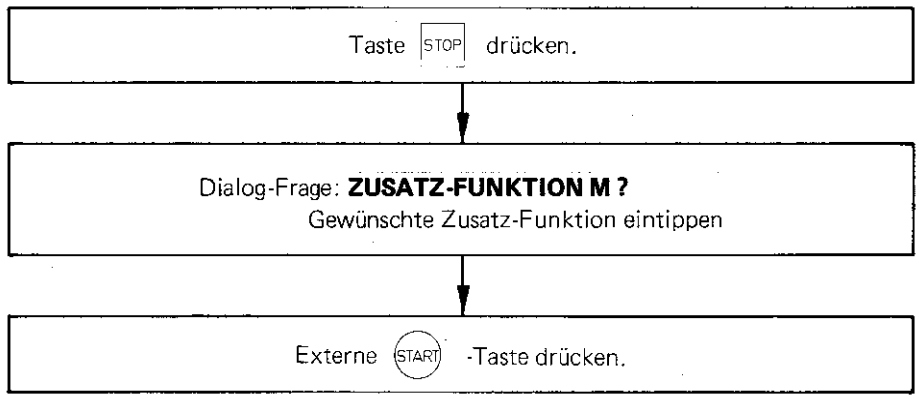
## K 3) Ausgabe von Spindeldrehzahlen und Zusatz-Funktionen in Betriebsart "Manuell"

Auch in der Betriebsart [✋] kann die Steuerung TNC 150 Spindel-Drehzahlen und Zusatz-Funktionen ausgeben.

**Spindel-Drehzahlen:**


Taste TOOL CALL drücken.
Dialog-Frage: SPINDELDREHZAHL S IN U/MIN ?
Gewünschte Spindel-Drehzahl eintippen.
Externe START -Taste drücken.

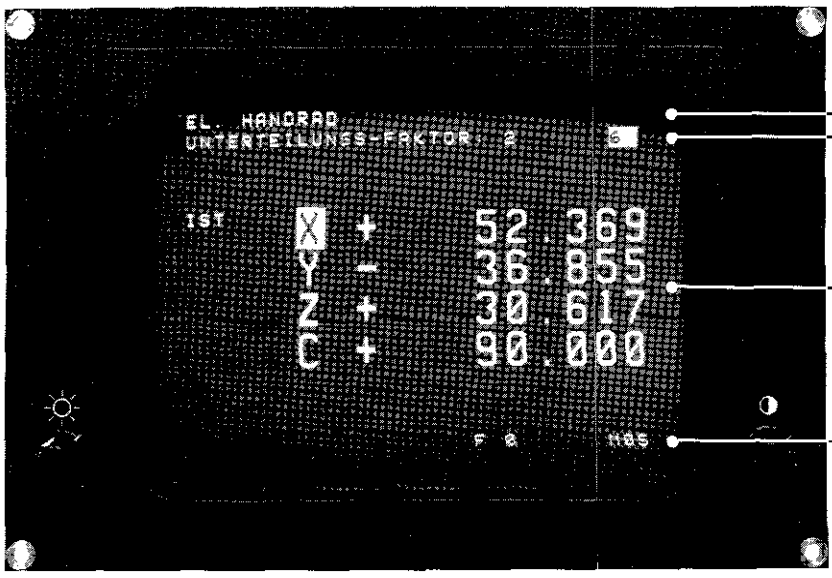
**Zusatz-Funktionen:**



## L) Betriebsart "Elektronisches Handrad"

Die Steuerung kann mit einem elektronischen Handrad ausgerüstet werden – dadurch wird das Einrichten der Maschine wesentlich erleichtert.
Das Handrad ist aktiv, wenn die Betriebsart eingeschaltet ist.

Bildschirm-Anzeige:




Betriebsart
Der Unterteilungsfaktor bestimmt den Verfahrweg pro Handrad-Umdrehung
2 = aktueller Unterteilungsfaktor
6 = neu eingegebener Unterteilungsfaktor
Positionswerte

Vorschub für die externen Richtungstasten, Zusatzfunktion (M03, M04, M05)

Mit den Achs-Tasten der TNC kann das Handrad auf die Achsen X, Y, Z und IV umgeschaltet werden.

Die Verfahrgeschwindigkeit wird durch den Unterteilungs-Faktor festgelegt.
Der gewünschte Unterteilungs-Faktor wird eingetippt und durch Drücken der Taste übernommen.
Mögliche Eingabewerte: 1 ... 10.

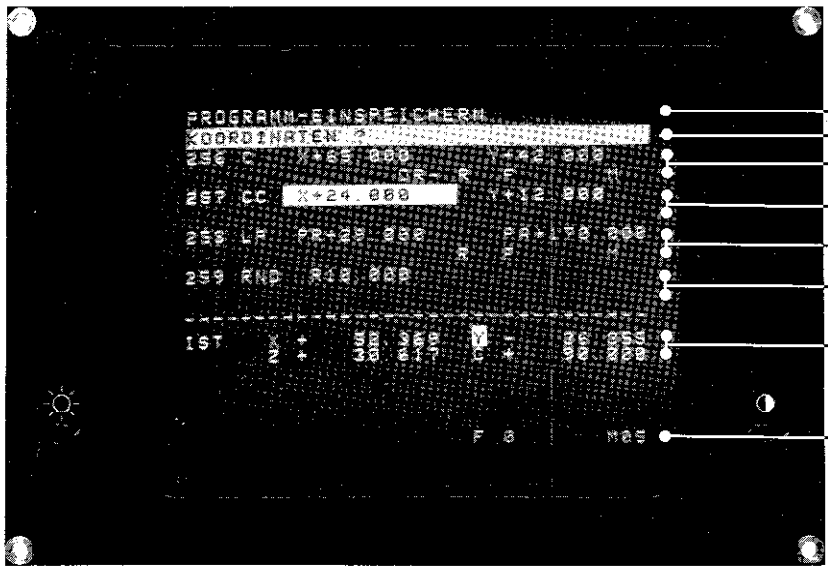
| Unterteilungs-Faktor | Verfahrweg in mm/Umdrehung des Handrades | |
|---|---|---|
| 1 | 10 | mm |
| 2 | 5 | mm |
| 3 | 2,5 | mm |
| 4 | 1,25 | mm |
| 5 | 0,625 | mm |
| 6 | 0,313 | mm |
| 7 | 0,156 | mm |
| 8 | 0,078 | mm |
| 9 | 0,039 | mm |
| 10 | 0,020 | mm |

In Abhängigkeit vom Eilgang der Maschine werden ggf. Unterteilungs-Faktoren für große Geschwindigkeiten gesperrt.

In dieser Betriebsart sind auch die externen Achsrichtungs-Tasten aktiv!

## M) Betriebsart "Programmieren" ⇨

Bildschirm-Anzeige:




## M 1) Programmverwaltung

Die TNC 150 kann bis zu 24 verschiedene Programme verwalten mit insgesamt bis zu 1200 Sätzen.

Ein Bearbeitungsprogramm kann nur 999 Sätze enthalten.

## M 1.1) Kennzeichnung eines neuen Programms

Grundsätzlich kann ein Bearbeitungsprogramm nur eingegeben werden, wenn es vorher durch eine Programm-Nummer gekennzeichnet wurde. Diese Programm-Nummer darf bis zu 8 Stellen haben.

Die Kennzeichnung der Programme erfolgt in Betriebsart ⇨ .

Dialog-Eröffnung: Taste PGM NR

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **PROGRAMMWAHL**<br>**PROGRAMM-NUMMER =** | Programm-Nummer eingeben; Taste ENT drücken. |
| **MM = ENT/INCH = NOENT** | Für Bearbeitungsprogramm in mm<br>Taste ENT drücken;<br>für Bearbeitungsprogramm in inch<br>Taste NO ENT drücken. |

Am Bildschirm der TNC 150 werden beispielsweise nach Eingabe der Programm-Nummer 10005231 folgende Sätze angezeigt:

**0 BEGIN PGM 10005231 MM**
**1 END PGM 10005231 MM**

Werden jetzt Sätze programmiert, so werden diese zwischen den BEGIN-Satz und END-Satz eingefügt:

**0 BEGIN PGM 10005231 MM**
**1 L X + 20,000 Y + 35,000**
**R0 F100 M**
**2 END PGM 10005231 MM**

Zur Eingabe eines **zweiten Programms** ist erneut die Taste PGM NR zu drücken.
Es erscheint die Anzeige:

**PROGRAMMWAHL**
**PROGRAMM-NUMMER =**
**10005231**

Der Bildschirm-Anzeige kann entnommen werden, daß ein Programm mit der Nummer 10005231 bereits in der Steuerung gespeichert ist.

## M 1.2) Auswahl eines Programms

Dialog-Eröffnung: Taste PGM NR

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **PROGRAMMWAHL**<br>**PROGRAMM-NUMMER =** | Entweder Programm-Nummer eingeben **oder** auf dem Bildschirm über die Tasten ↓, ↑ und ←, → das gewünschte Programm auswählen.<br>Taste ENT drücken:<br>Auf dem Bildschirm erscheint der Programm-Anfang des gewünschten Programmes. |

# M 2) Festlegung der Korrekturwerte für Werkzeug-Länge und Werkzeug-Radius

## M 2.1) Werkzeug-Definition TOOL DEF

Die TNC 150 berücksichtigt Werkzeugkorrekturen. Beim Eingeben eines Bearbeitungsprogrammes können also unmittelbar die Zeichnungsmaße für die Werkstück-Kontur programmiert werden. Zur Korrektur ist die Angabe des Radius und der Länge der Werkzeuge erforderlich. Diese Daten werden in der sogenannten Werkzeug-Definition (TOOL DEFINITION) eingegeben.

Die Eingabe der Werkzeug-Definitions-Daten kann an beliebiger Stelle des Bearbeitungsprogramms erfolgen. Über die Suchroutine kann eine bestimmte Werkzeug-Definition rasch aufgerufen und gegebenenfalls geändert werden (siehe Kapitel M 8.6)

Dialog-Eröffnung: Taste TOOL DEF

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **WERKZEUG-NUMMER ?** | Werkzeug-Nummer eingeben; Taste ENT drücken. |
| **WERKZEUG-LÄNGE L ?** | Zahlenwert oder Parameter (siehe Kapitel M 5) als Korrekturwert für Werkzeuglänge eingeben; Taste ENT drücken. |
| **WERKZEUG-RADIUS R ?** | Zahlenwert oder Parameter (siehe Kapitel M 5) eingeben;<br>Taste ENT drücken. |

Dialog-Frage:
**WERKZEUG-NUMMER?**

Mögliche Eingabewerte:
.bei Maschinen **ohne** automatischen Werkzeugwechsel: 1 – 254,
.bei Maschinen **mit** automatischem Werkzeugwechsel: 1 – 99

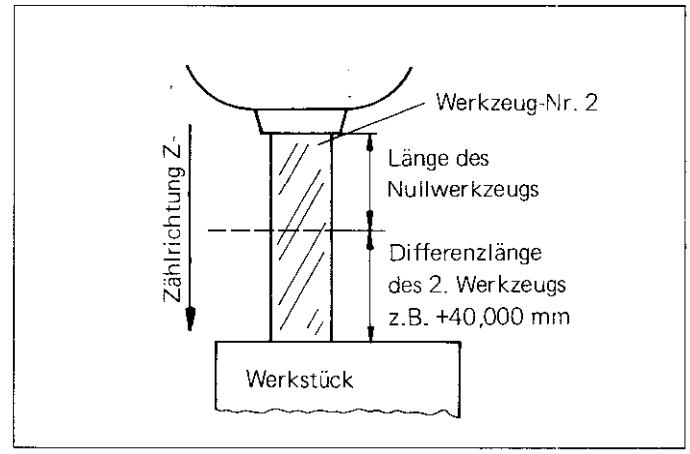
Es darf kein Werkzeug mit der Nummer 0 definiert werden (diese Werkzeug-Nummer ist bereits intern belegt für "kein Werkzeug", d.h. für Länge L = 0 und Radius R = 0).

Dialog-Frage:
**WERKZEUG-LÄNGE L?**

Eingabebereich: ± 30 000,000 mm

Der Korrekturwert für die Werkzeuglänge L kann auf verschiedene Arten ermittelt werden:

**a) Werkzeuge in Spannzangen ohne Längenanschlag**
Zuerst muß der Bezugspunkt der Werkzeug-Achse festgelegt werden (siehe Kapitel K 2).
Dazu wird die Oberfläche des Werkstücks mit dem ersten Werkzeug angetastet und die Istwert-Anzeige der betreffenden Achse gesetzt (z.B. Z-Achse). Das erste Werkzeug wird als Nullwerkzeug definiert, d.h. in die Werkzeug-Definition für das erste Werkzeug wird eingegeben:



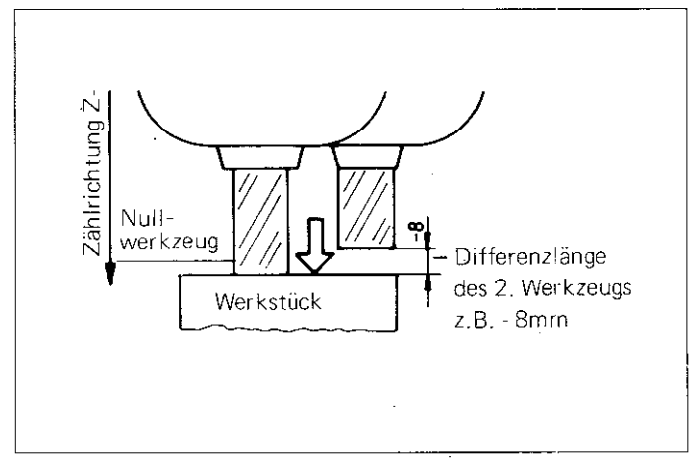

Werden die Korrekturwerte für die Werkzeuglänge auf das "Nullwerkzeug" bezogen, so ist für alle folgenden Werkzeuge (auch bei erneutem Einsetzen von Werkzeug 1), die Differenzlänge einzugeben. Falls der Werkstück-Oberfläche die Position Z = 0 zugeordnet wurde, kann der Längen-Korrekturwert nach dem Einsetzen des neuen Werkzeugs durch Antasten der Werkstück-Oberfläche ermittelt werden: der Korrekturwert entspricht der Istwert-Anzeige der Z-Achse und kann mit der Taste [+] als Eingabewert (einschließlich Vorzeichen) übernommen werden. Dieser Wert wird also in die Werkzeug-Definition für das betreffende Werkzeug eingegeben:
z.B. L = 40,000.

Hat die Werkstück-Oberfläche einen von 0 verschiedenen Wert, so ist die Werkzeug-Länge nach dem Setzen des Bezugspunktes auf folgende Art zu ermitteln:
Werkstück-Oberfläche antasten und den Zahlenwert in der Istwert-Anzeige der Werkzeug-Achse (mit Vorzeichen) notieren; den Korrekturwert L nach folgender Formel ermitteln:

**Korrekturwert L = (Istwert Z) — (Position Oberfläche)**

**Beispiel:**
Istwert der Z-Achse = + 42, Position der Oberfläche = + 50
Korrekturwert L = (+ 42) — (+ 50) = — 8.
Dieser Wert wird in der betreffenden Werkzeug-Definition eingegeben:

L = — 8.




**b) Werkzeuge in Spannzangen mit Längenanschlag**
Die Bestimmung des Korrektur-Wertes für die Werkzeug-Länge erfolgt wie unter a) beschrieben. Ein einmal festgelegter Korrektur-Wert ändert sich jedoch nicht nach dem Aus- bzw. Einspannen des Werkzeugs.

**c) Voreingestellte Werkzeuge**
Bei voreingestellten Werkzeugen wird die Länge des Werkzeugs am Voreinstellgerät ermittelt, d.h. alle Werkzeug-Längen sind bereits bekannt und brauchen nicht mehr auf der Maschine bestimmt zu werden. Als Längen-Definition werden die am Voreinstellgerät ermittelten Werkzeug-Längen eingegeben.

Dialog-Frage:
**WERKZEUG-RADIUS R?**

Eingabebereich: ± 30 000,000 mm

Der Werkzeug-Radius wird grundsätzlich positiv eingegeben — negative Werte für die Werkzeug-Radiuskorrektur können nur in einem einzigen Sonderfall auftreten (siehe Kapitel N 2, Playback-Programmierung).
Beim Arbeiten mit Bohrwerkzeugen kann der Werkzeug-Radius mit 0 programmiert werden.

Die Werkzeug-Definition belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**TOOL DEF 28 L+ 100,000**
**R+ 20,000**

## M 2.2) Werkzeug-Aufruf / Werkzeug-Wechsel TOOL CALL

Beim Werkzeug-Wechsel werden mit der Taste TOOL CALL die Korrektur-Daten für das neue Werkzeug aufgerufen.

Dialog-Eröffnung: Taste TOOL CALL

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **WERKZEUG-NUMMER ?** | Werkzeugnummer eingeben; Taste ENT drücken. |
| **SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z ?** | Achstaste X, Y oder Z drücken; die Taste ENT darf nicht gedrückt werden. |
| **SPINDELDREHZAHL S IN U/MIN ?** | Spindeldrehzahl eingeben; Taste ENT drücken. |

Die Satz-Eingabe kann abgebrochen werden durch Drücken der Taste END.
Werden Dialog-Fragen mit der Taste NO ENT beantwortet, so erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die nächste Dialog-Frage. Beim Abarbeiten gelten dann jeweils die zuletzt programmierten Daten von dem vorhergehenden Werkzeug-Aufruf.

Dialog-Frage:
**WERKZEUG-NUMMER?**

Mögliche Eingabewerte:
.bei Maschinen ohne automatischen Werkzeugwechsel: 0 – 254
.bei Maschinen mit automatischem Werkzeugwechsel: 0 – 99
(Die Steuerung gibt nur die Werkzeugnummern 0 – 99 codiert aus.)

Dialog-Frage:
**SPINDELACHSE PARALLEL X/Y/Z ?**

Mögliche Eingabewerte: X, Y, Z oder ggf. U, V, W durch Drücken der Taste IV

Angabe der Achse, zu der die Spindelachse parallel liegt; in dieser Achse wirkt die Korrektur der Werkzeug-Länge, in den beiden anderen Achsen wird ggf. die Radiuskorrektur wirksam.

Programmierung der vierten Achse in einem Werkzeug-Aufruf ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

Dialog-Frage:
**SPINDELDREHZAHL S IN (U/MIN)?**

Die programmierbaren Spindeldrehzahlen finden Sie in der Tabelle für die S-Funktionen (Kapitel F 3).

Eingabe erfolgt mit maximal vier Stellen in Umdrehungen/min. Die Steuerung rundet ggf. automatisch auf den nächsten Normwert auf. Liegt allerdings die eingegebene Drehzahl außerhalb des (durch Maschinen-Parameter) erlaubten Drehzahl-Bereiches, so erscheint die Fehlermeldung:
**FALSCHE DREHZAHL**

Der Werkzeug-Aufruf belegt nur einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**TOOL CALL 29 Z S 1000,000**

**Werkzeug-Aufruf mit der Werkzeug-Nummer 0**
Soll in einem Bearbeitungsprogramm nach einem Werkzeug-Aufruf ohne Korrektur verfahren werden, ist ein Werkzeug-Aufruf mit der Werkzeug-Nummer 0 zu programmieren: das Werkzeug mit der Nummer 0 ist bereits vorprogrammiert als "kein Werkzeug", d.h. Länge L = 0 und Radius R = 0.
In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

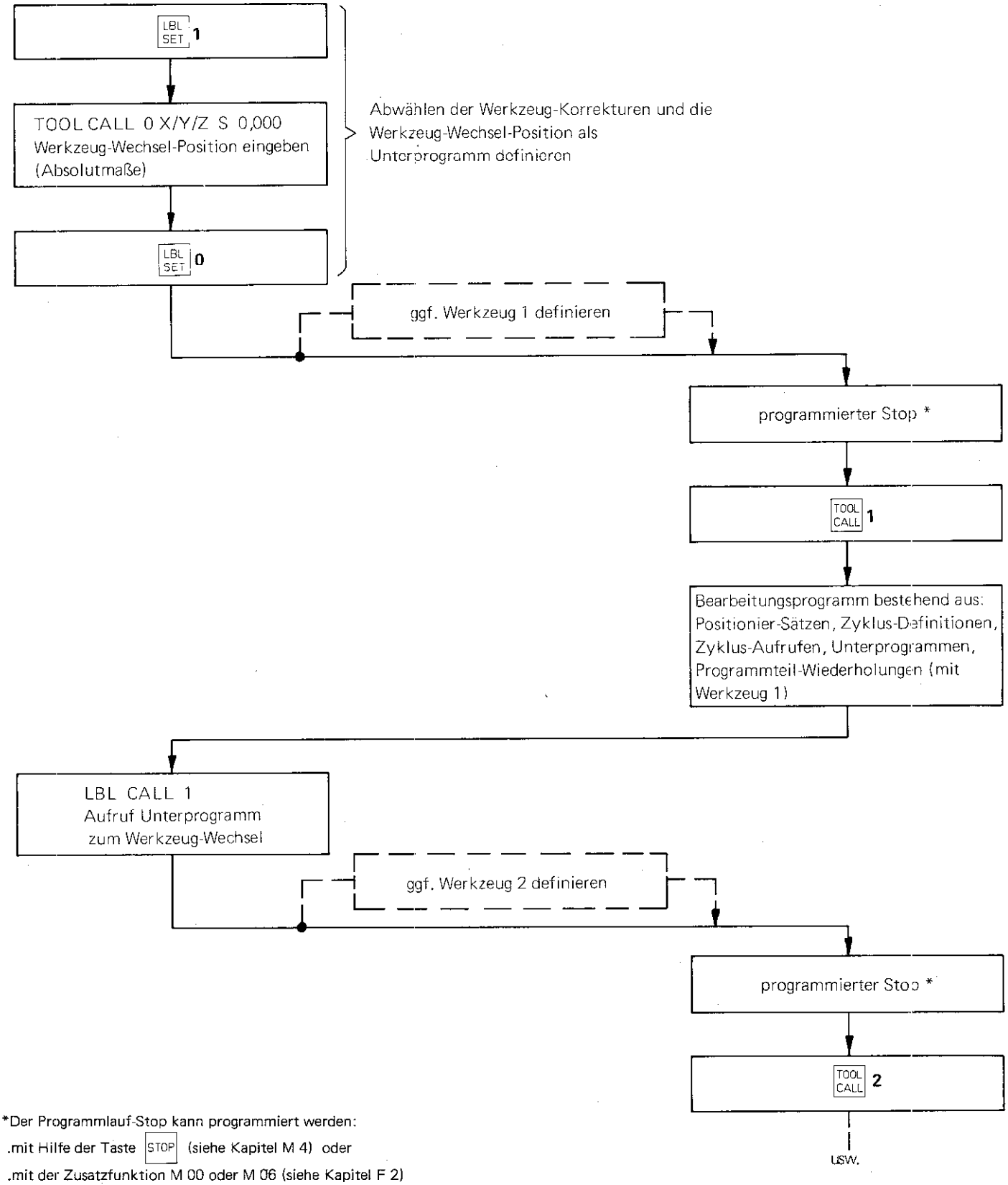
**TOOL CALL 0 Z S 0,000**

Wird dieser Werkzeug-Aufruf in Betriebsart , oder gestartet, so werden die aktiven Werkzeugkorrekturen abgewählt und die Maschine verfährt die Achsen auf die programmierten, unkorrigierten Positions-Sollwerte.

**Hinweis:**
Abhängig von den eingegebenen Maschinenparametern kann nach der Dialog-Frage
**WERKZEUG-NUMMER ?**
die Dialog-Frage
**NAECHSTE WERKZEUG-NUMMER ?**
erscheinen.
Die Ausgabe der nächsten Werkzeugnummer wird nur benötigt, falls eine Maschine mit einem automatischen Werkzeugwechsler ausgerüstet ist, der das nächste Werkzeug sucht , während mit dem aktuellen Werkzeug bearbeitet wird.
Nähere Informationen erhalten Sie von Ihrem Werkzeugmaschinen-Hersteller.

Vor jedem Werkzeug-Wechsel ist ein Programmlauf-STOP zu programmieren – nur wenn der Werkzeug-Aufruf lediglich zum Ändern der Drehzahl dient, kann der programmierte STOP entfallen.

**Programmier-Schema für den Werkzeug-Wechsel**




*Der Programmlauf-Stop kann programmiert werden:
.mit Hilfe der Taste STOP (siehe Kapitel M 4) oder
.mit der Zusatzfunktion M 00 oder M 06 (siehe Kapitel F 2)

## M 3) Programmierung der Bearbeitung von Werkstück-Konturen

### M 3.1) Die Werkzeugbahn-Korrektur [R+] [R-]

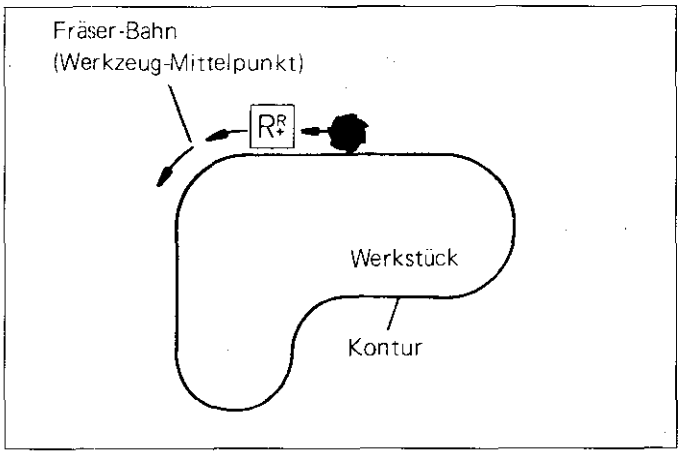
Bei der TNC 150 kann unmittelbar die Werkstück-Kontur, die sich durch die Bearbeitung ergeben soll, programmiert werden, da die Steuerung Länge und Radius der Werkzeuge automatisch kompensiert.
Während für die Werkzeuglängen-Korrektur die in den TOOL DEF-Sätzen und den TOOL CALL-Sätzen eingegebenen Daten genügen, ist für die Radius-Korrekturen noch einzugeben, ob sich das Werkzeug in Vorschubrichtung rechts von der programmierten Kontur oder links von der programmierten Kontur befindet:

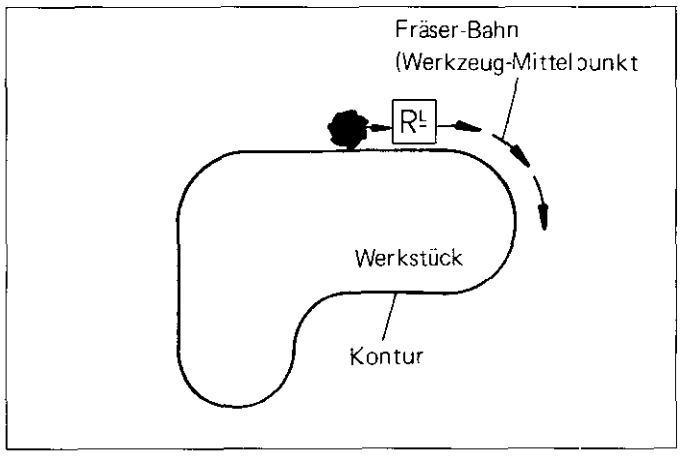
Taste [R+] ... der Fräser wird im Abstand des Radius R **rechts** von der programmierten Kontur geführt;

Taste [R-] ... der Fräser wird im Abstand des Radius R **links** von der programmierten Kontur geführt.

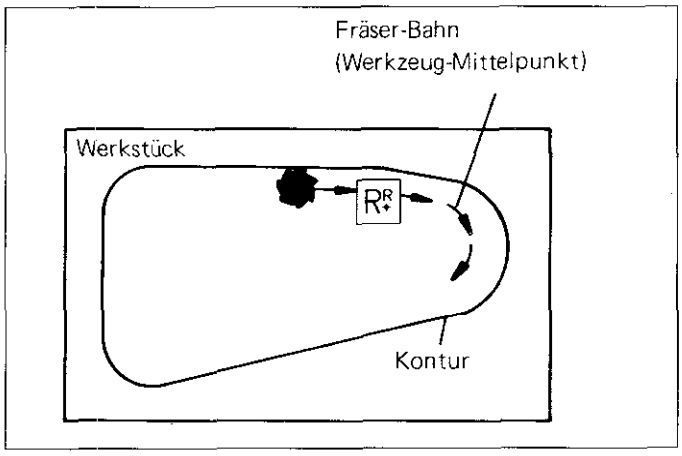
Bezüglich der Doppelbezeichnung der beiden Tasten sei auf Kapitel N verwiesen.

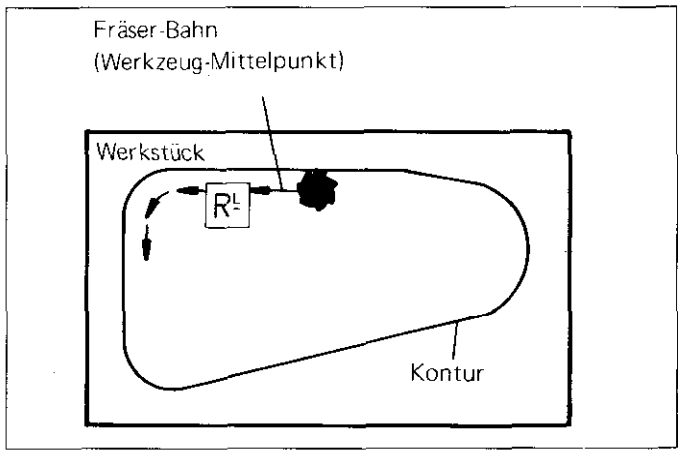
**Fräsen einer Außenkontur**



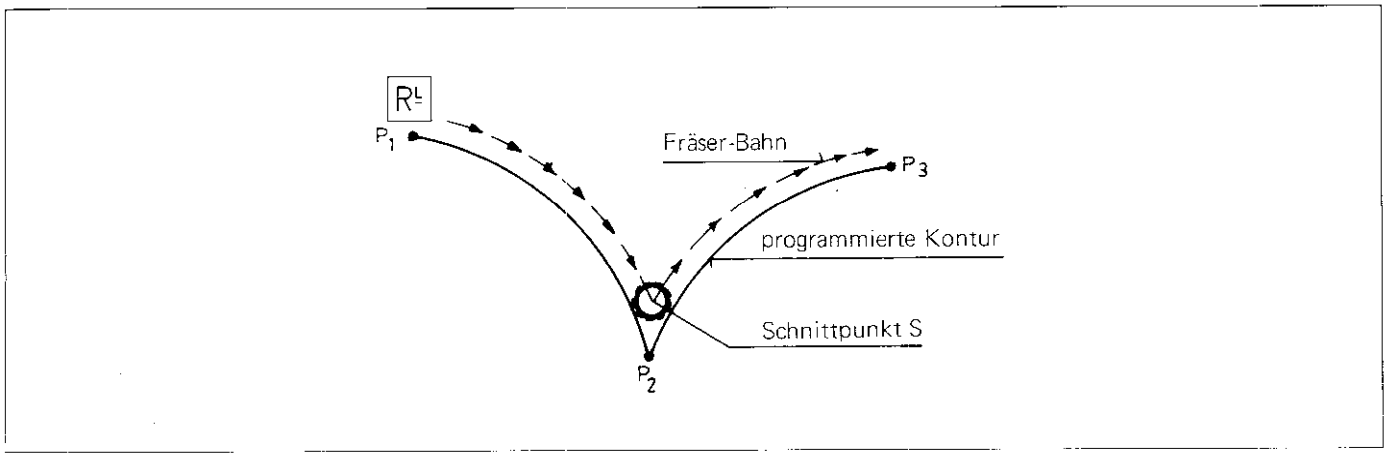




**Fräsen einer Innenkontur**



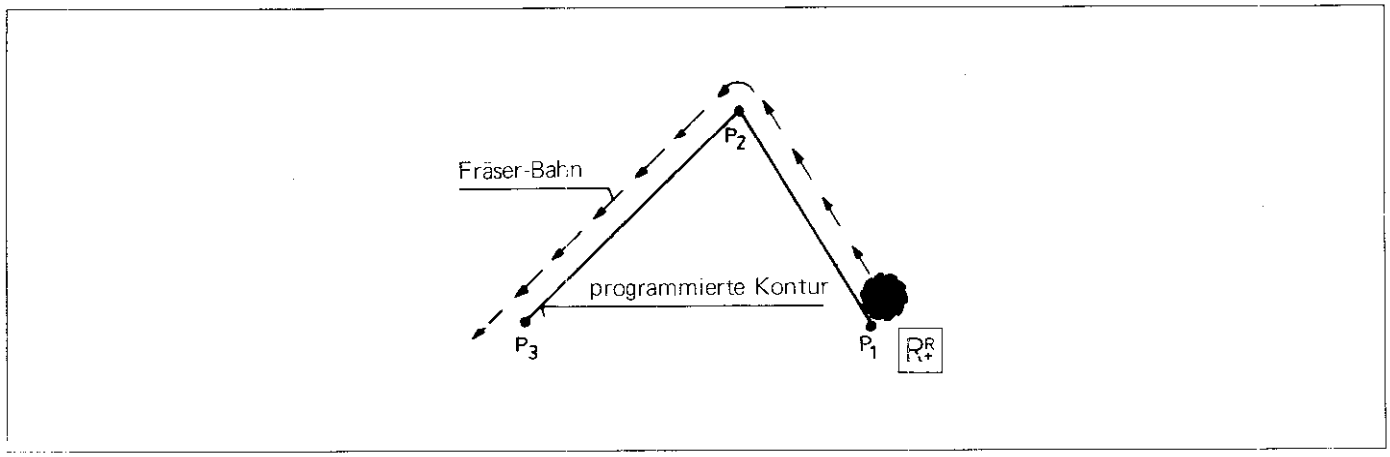



**Automatische Bahnschnittpunkt-Ermittlung bei Innenecken**




Die TNC 150 ermittelt automatisch den Schnittpunkt S der kontur-parallelen Fräserbahn und führt den Fräser auf der eingezeichneten Bahn. Dadurch wird verhindert, daß am Punkt $P_2$ eine Hinterschneidung der Kontur erfolgt; eine Beschädigung des Werkstücks wird verhindert.

**Automatisches Einfügen von Übergangskreisen bei Außenecken**



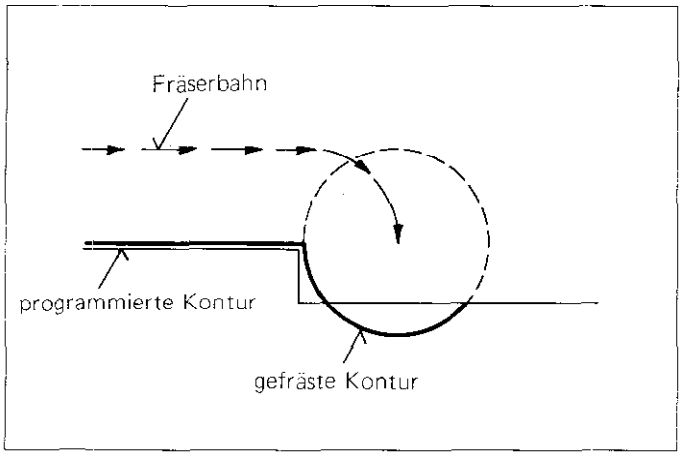

An der Außenecke $P_2$ fügt die Steuerung automatisch einen Übergangskreis ein, so daß sich der Fräser am Punkt $P_2$ abwälzt. Dadurch kann das Werkzeug in den meisten Fällen mit konstanter Bahngeschwindigkeit um die Außenecke geführt werden. Ist die programmierte Geschwindigkeit für einen bestimmten Übergangskreis zu hoch, wird der Fräser mit einer verminderten, in der TNC fest programmierten Bahngeschwindigkeit um den Punkt $P_2$ geführt.

Diese Verminderung der programmierten Bahngeschwindigkeit bei Ecken kann aufgehoben werden – d.h. eine konstante Bahngeschwindigkeit läßt sich erzwingen – durch Programmierung der Zusatzfunktion **M 90** (siehe Kapitel F 2).

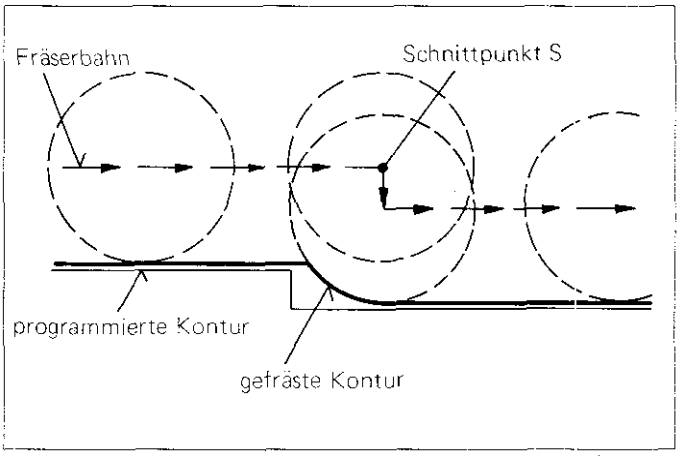
**Bahnschnittpunkt-Korrektur bei Außenecken: M 97**

Soll an einer Außenecke **kein Übergangskreis** eingefügt werden, so ist in dem betreffenden Programmsatz die Funktion **M 97** zu programmieren.

**Beispiele:**

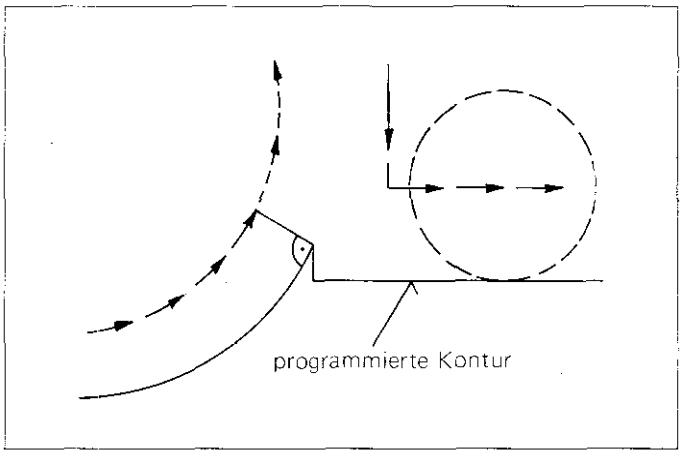



**Ohne M 97:** Der Übergangskreis würde zu einer Beschädigung der Kontur führen.

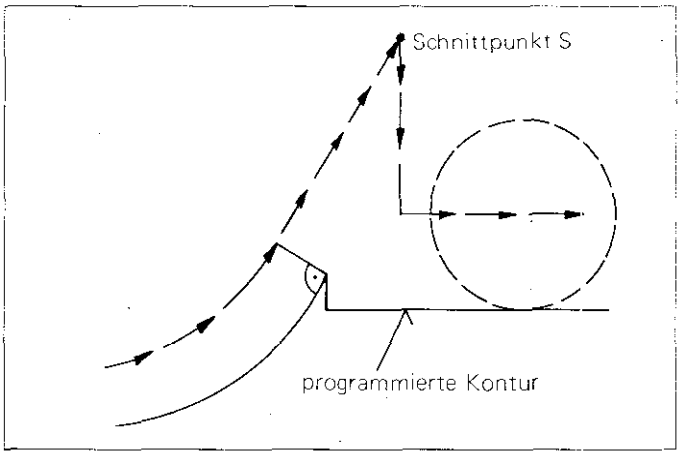



**Mit M 97:** Es wird kein Übergangskreis eingefügt; die Steuerung ermittelt den Schnittpunkt S, die Kontur wird nicht beschädigt.

**Sonderfall:**




Die Steuerung kann mit M 97 keinen Kontur Schnittpunkt ermitteln.




**Abhilfe:** Es wird z. B. ein Satz eingefügt:

**L I X+0,000 I Y+0,000**
**RL F 100 M 97**

Die Steuerung ermittelt den Schnittpunkt S und die Kontur kann gefräst werden.

## M 3.2) Die Programmierung der Werkstück-Kontur (Geometrie)

Die TNC 150 kann in den drei Achsen X, Y und Z die Bearbeitung von Konturen steuern, die sich zusammensetzen aus **Geradenstücken** (Linear-Interpolation: simultanes Verfahren in zwei oder in drei Maschinenachsen bzw. Verfahren in nur einer Maschinenachse) und/oder aus **Kreisbögen** (Kreis-Interpolation: simultanes Verfahren in zwei Maschinenachsen).

**Geradenstücke** werden hierbei durch die Endpunkte bestimmt (Taste [L] ).
**Kreisbögen** können einerseits definiert werden durch den Kreis-Mittelpunkt (Taste [CC] ) und Endpunkt (Taste [C] ) oder andererseits – wenn der Kreisbogen tangential in die anschließende Kontur übergeht – nur durch den Radius (Ecken Runden: Taste [RND] ).
**Schraubenlinien** können programmiert werden mit einer Kreis-Interpolation (Taste [CC] und [C] ) in Polarkoordinaten und einer zusätzlichen Linearbewegung in der dazu senkrechten Achse.

Außerdem ermöglicht die TNC 150 das **tangentiale Anfahren und Verlassen von Konturen** auf einer Kreisbahn.
Die **"vierte Achse"** kann mit jeder der drei Hauptachsen X, Y und Z eine Linear-Interpolation durchführen. So kann bei Verwendung der vierten Achse als Drehachse durch Linear-Interpolation mit einer der Hauptachsen eine Schraubenlinie auf einem Zylinder hergestellt werden.
Wird die vierte Achse für eine Drehbewegung (Rundtisch) benutzt, so sind Soll-Positionen in Grad ($^{O}$) und der Vorschub in Grad/min ($^{O}$/min) einzugeben.
Eine Radiuskorrektur wird in der vierten Achse nicht verrechnet.
Konturpunkte (d.h. Soll-Positionen) können "absolut" oder "inkremental" (Kettenmaße) eingegeben werden – in rechtwinkeligen Koordinaten oder in Polarkoordinaten.

Bei **inkrementaler Programmierung** ist die Taste [I] zu aktivieren (die zugeordnete Meldelampe leuchtet). Durch erneutes Betätigen der Taste wird auf "absolute" Programmierung umgeschaltet (die Meldelampe erlischt).
Die Taste [I] kann beliebig entweder vor Eröffnung des Dialogs oder später – bis zur Betätigung der [ENT] -Taste bzw. der [END] -Taste (siehe Kapitel M 3.2.4) – gedrückt werden.

**Eingabefeinheit**
.Längen bis 0,001 mm bzw. 0,000 1 Zoll,
.Winkel in Grad bis 0,001$^{O}$

**Der Eingabebereich beträgt:**
.für Längen ± 30 000,000 mm bzw. 1 181,1023 Zoll,
.für Polarkoordinaten-Winkel ± 5 400$^{O}$
.für die vierte Achse als Rundachse ± 30 000,000$^{O}$

## M 3.2.1) Eingabe von Positionen in rechtwinkeligen Koordinaten

Die Taste [P] darf nicht gedrückt sein.

Wird eine der Tasten [L] , [CC] oder [C] gedrückt, so erscheint die

Dialog-Frage:
**KOORDINATEN ?**

**Beantwortung:**

Bei Positionierung bzw. Bearbeitung in nur **einer Maschinenachse** (einachsiges Verfahren mit der Taste [L] programmiert).
.ggf. Taste [I] drücken,
.Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
.Taste [ENT] bzw. [END] drücken (siehe Kapitel M 3.2.4).

---

Zur Eingabe von **2 Koordinaten**
.ggf. Taste [I] drücken
.1. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben, dann
.2. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
.Taste [ENT] bzw. [END] drücken (siehe Kapitel M 3.2.4).

---

In entsprechender Weise zur Eingabe von **3 Koordinaten** (Raumgerade mit der Taste [L] programmiert).
.ggf. Taste [I] drücken
.1. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
.2. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
.3. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
.Taste [ENT] bzw. [END] drücken (siehe Kapitel M 3.2.4).

## M 3.2.2) Eingabe von Positionen in Polarkoordinaten [P]

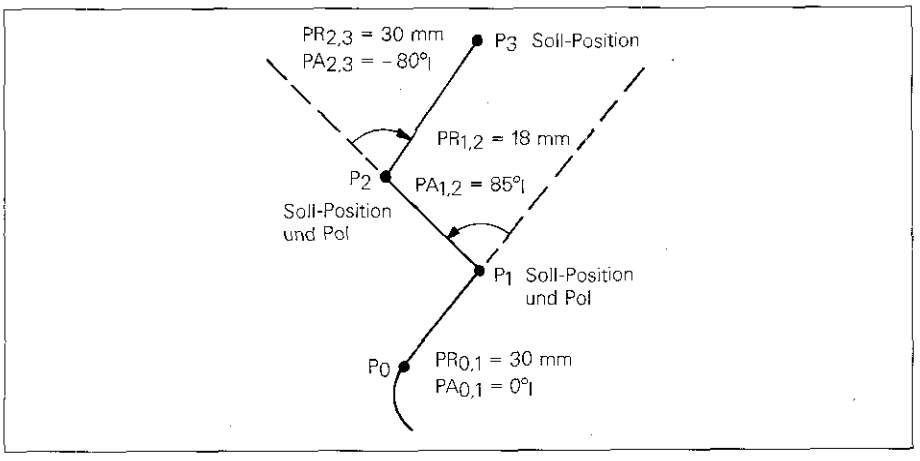
Positions-Sollwerte können auch in Polarkoordinaten programmiert werden (siehe Kapitel C 4). Dazu ist zuerst der **Pol** zu definieren, was auf zwei Arten möglich ist;

.Übernahme des letzten Positions-Sollwerts als Pol

.Eingabe der rechtwinkeligen Koordinaten für den Pol.

**Beispiele:**

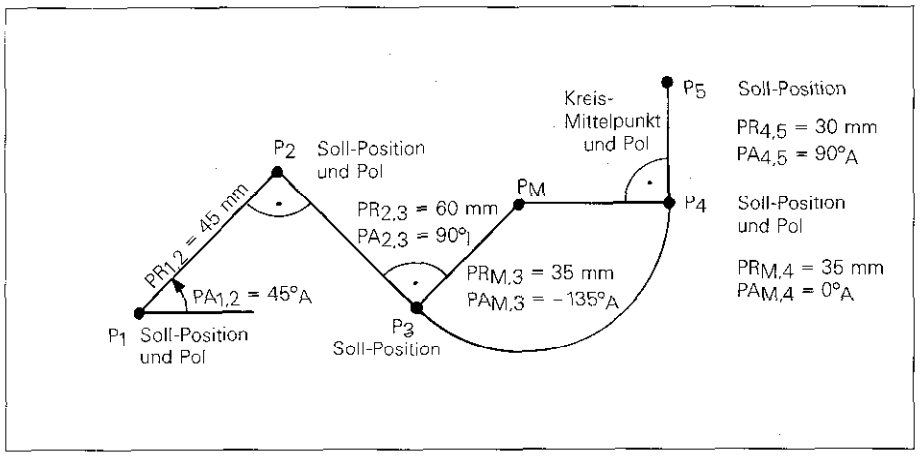
Die Übernahme des letzten **Positions-Sollwertes** als Pol wird z.B. bei der Programmierung von Strecken verwendet.




Beispielsweise kann auf diese Art der Linienzug $P_0\ P_1\ P_2\ P_3$ unmittelbar mit den eingetragenen Radien und Richtungswinkeln programmiert werden.

Bei inkrementaler Programmierung wird der Polarkoordinaten-Winkel auf die zuletzt programmierte Richtung bezogen.

**Aus Geraden und einem Kreisbogen bestehende Kontur**




Zur Programmierung des Polarkoordinaten-Pols ist die Taste [CC] zu drücken. Die entsprechende

Dialog-Frage:
**KOORDINATEN ?**

wird wie folgt **beantwortet:**

.zur Eingabe der rechtwinkeligen Pol-Koordinaten ggf. Taste [I] drücken,

1. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,
2. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,

Taste [ENT] bzw. Taste [END] drücken;

.wenn der letzte Positions-Sollwert als Pol übernommen werden soll, Taste [NO ENT] drücken.

Wird nach Eingabe der 1. Koordinate die Taste [NO ENT] oder [END] gedrückt, so wird für die 2. Koordinate die betreffende Koordinate des letzten Positions-Sollwerts übernommen.

Die Programmierung der vierten Achse in einem CC-Satz ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

Die Definition des Pols belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:
entweder **CC X+ 10,000 Y+ 20,000** bei Programmierung von Pol-Koordinaten
oder **CC** bei Übernahme des letzten Positions-Sollwertes als Pol

Bei der Festlegung eines Pols bleibt der "rechtwinkelige Bezugspunkt" erhalten, so daß nach der Eingabe von Polarkoordinaten-Sätzen weitere Positionen wieder in rechtwinkligen Koordinaten programmiert werden können.

Zur Programmierung eines Positioniersatzes in Polarkoordinaten ist vor Eröffnung des Dialogs (Tasten [L] oder [C] ) die Polarkoordinaten-Taste [P] zu aktivieren (die zugeordnete Meldelampe leuchtet)!

Mit Drücken der Taste [L] erscheint die

Dialog-Frage:
**POLARKOORDINATEN-RADIUS PR ?**

**Beantwortung:**
.ggf. Taste [I] drücken,
.Wert für Radius "PR" eingeben,
.Taste [ENT] drücken.

Die nun erscheinende

Dialog-Frage:
**POLARKOORDINATEN-WINKEL PA ?**

wird entsprechend **beantwortet:**
.ggf. Taste [I] drücken,
.Winkel "PA" in Grad eingeben,
. [ENT] -Taste oder ggf. Taste [END] drücken (siehe Kapitel M 3.2.4).

Mit Drücken der Taste [C] erscheint die

Dialog-Frage:
**POLARKOORDINATEN-WINKEL PA ?**

Beantwortung wie bei der Linear-Interpolation.

Bei der Zirkular-Interpolation mit Polarkoordinaten braucht der Radius des Kreis-Endpunktes nicht programmiert zu werden; die Steuerung ermittelt den Radius aus dem Kreis-Anfangspunkt und Kreis-Mittelpunkt.

## M 3.2.3) Vollständige Positioniersätze

### M 3.2.3.1) 2 D-Linear-Interpolation und einachsiges Verfahren [L]

Dialog-Eröffnung: Taste [L] bzw. bei Polarkoordinaten Taste [P] und anschließend Taste [L]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **KOORDINATEN ?**<br>bzw.<br>**POLARKOORDINATEN-RADIUS PR ?**<br>und<br>**POLARKOORDINATEN-WINKEL PA?** | Koordinaten nach Kapitel M 3.2.1 bzw. Kapitel M 3.2.2 eingeben;<br>Taste [ENT] drücken |
| **RADIUSKORR.: RL/RR/**<br>**KEINE KORR. ?** | Ggf. Radiuskorrektur eingeben (siehe Kapitel M 3.1);<br>.Taste [R+] oder [R-] drücken<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F =** | Bahn-Vorschub eingeben (siehe Kapitel F 1);<br>Taste [ENT] drücken |
| **ZUSATZ–FUNKTION M ?** | Zusatzfunktion eingeben (siehe Kapitel F 2);<br>Taste [ENT] drücken. |

Werden Dialog-Fragen durch Drücken der Taste [NO ENT] beantwortet, so erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die nächste Dialog-Frage.

Sind in einem Satz mehrere M-Funktionen erforderlich, die nicht schon in vorhergehenden Sätzen untergebracht werden können, so kann man sich dadurch behelfen, daß man – entsprechend der Anzahl der benötigten M-Funktionen – Positioniersätze programmiert, die nur die M-Funktion enthalten (Taste [NO ENT] bei allen vorhergehenden Dialog-Fragen drücken).

Wird in einem Satz **keine** M-Funktion gewünscht, so ist die [NO ENT]-Taste zu betätigen, wenn die Dialog-Frage nach der M-Funktion angezeigt wird.

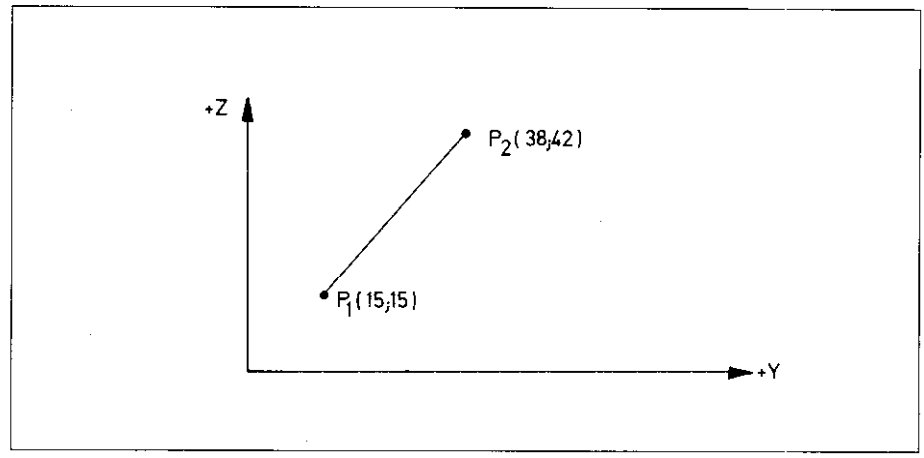
Die Linear-Interpolation belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**L X+ 20,500 I Y+ 49,800**
**RL F 100 M**
oder
**LP PR+ 80,000 PA+ 45,000**
**RR F 100 M**

**Beispiele:**

**2 D-Linear-Interpolation in rechtwinkeligen Koordinaten**

Zunächst wird die Position $P_1$ in einem Positioniersatz festgelegt. Die Position $P_2$ (Koordinaten $Y_2 = 38$ und $Z_2 = 42$) soll auf einer Geraden angefahren werden.

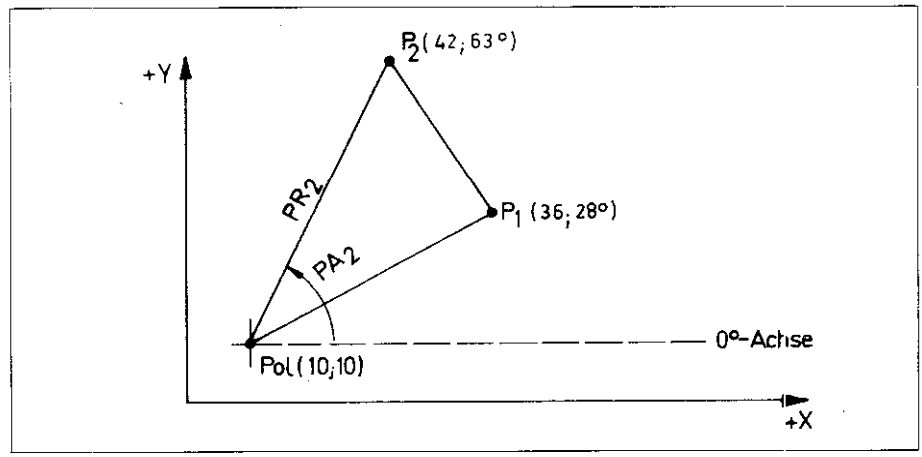



Programmsätze:

```
1   L Y + 15,000 Z + 15,000
                 R0 F 100 M
2   L Y + 38,000 Z + 42,000
                 R0 F 100 M
```

**2 D-Linear-Interpolation in Polarkoordinaten**

Zunächst wird die Position $P_1$ in einem Positioniersatz festgelegt. Die Soll-Position $P_2$ wird definiert durch den Polar-Radius $PR_2 = 52$ mm und den Polarwinkel $PA_2 = 63^{\circ}$.
Die Maschine fährt auf einer Geraden von Punkt $P_1$ zum Punkt $P_2$.




Programmsätze:

```
1 CC X + 10,000 Y + 10,000
2 LP PR + 36,000 PA + 28,000
                 R0 F 100 M
3 LP PR + 42,000 PA + 63,000
                 R0 F 100 M
```

**2 D-Linear-Interpolation mit der vierten Achse**

Die vierte Achse kann mit den Hauptachsen [X], [Y] oder [Z] eine Linear-Interpolation durchführen.

Dialog-Eröffnung: Taste [ ]

**Bei der Beantwortung der Dialog-Fragen ist besonders zu beachten:**

.Bei Verwendung der vierten Achse als Rundtisch-Achse:
Eingabe des
Positions-Sollwertes in ($^{\circ}$)
und
des Vorschubs in ($^{\circ}$/min).

.Eine Radiuskorrektur wird bei der vierten Achse nur verrechnet, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird..

Wird in einem Positioniersatz für die vierte Achse (bei Einsatz der vierten Achse als Rundachse) die Funktion M 94 programmiert, so wird die Positions-Anzeige vor der Positionierung der vierten Achse auf den entsprechenden Wert unter $360^{\circ}$ reduziert.

Die Linear-Interpolation mit der vierten Achse belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

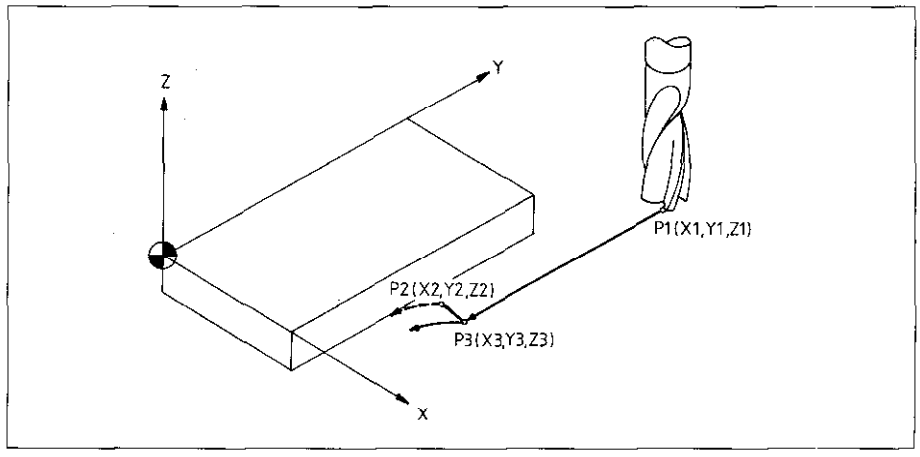
**L Z+ 50,000 C+ 720,000**
**R0 F 20 M**

Der Vorschub ist meist in mm/min gegeben. Bei einer Fräsbearbeitung in Verbindung mit dem Rundtisch muß der Vorschub in $^{\circ}$/min umgerechnet werden (siehe Programmierbeispiele für die TNC 150; bei Bedarf anfordern!).

## M 3.2.3.2) 3 D-Linear-Interpolation

Die TNC 150 ermöglicht das gleichzeitige Positionieren in drei Achsen mit vollständiger Werkzeugradius- und Werkzeuglängen-Korrektur.

**Beispiel:**
Das Werkzeug befindet sich in der Position P1. Der Positions-Sollwert ist gegeben durch den Punkt P2 mit den Koordinaten X2, Y2, Z2. Die Steuerung berechnet die korrigierten Koordinaten X3, Y3, Z3 und fährt den Punkt P3 auf einer "Raumgeraden" an.

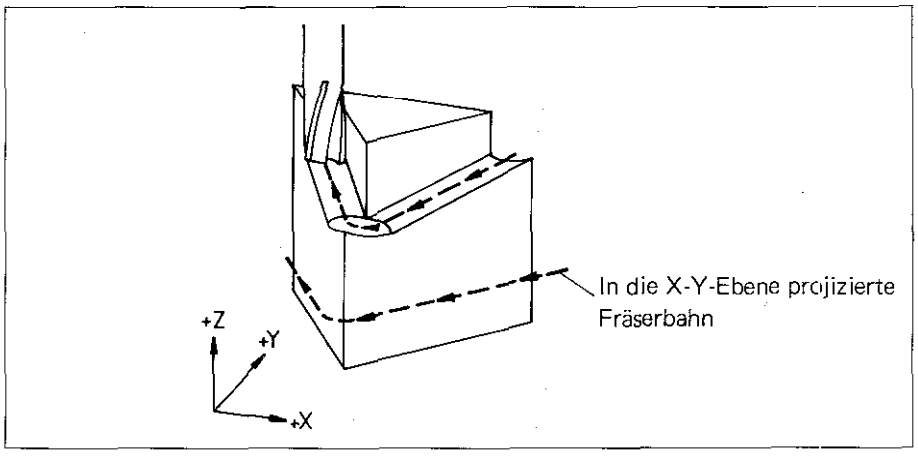



Dialog-Eröffnung: Taste [L]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **KOORDINATEN ?** | Erste, zweite und dritte Koordinate der Soll-Position in rechtwinkeligen Koordinaten eingeben (siehe Kapitel M 3.2.1) und Taste [ENT] drücken. |
| **RADIUSKORR.: RL/RR/ KEINE KORR. ?** | Ggf. Radiuskorrektur eingeben (siehe Kapitel M 3.1);<br>.Taste [R+] oder [R-] drücken<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F =** | Bahn-Vorschub eingeben (siehe Kapitel F 1);<br>Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSATZ–FUNKTION M ?** | Zusatzfunktion eingeben (siehe Kapitel F 2);<br>Taste [ENT] drücken. |

Werden Dialog-Fragen mit der Taste [NO ENT] beantwortet, erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die folgende Dialog-Frage.

**Einfügen von Rundungen und Korrektur-Zwischenkreisen**
Rundungen und Korrektur-Zwischenkreise werden so eingefügt, daß die Projektion der Fräserbahn auf die Ebene senkrecht zur Werkzeugachse dem 2 D-Verhalten entspricht.




Die 3 D-Linear-Interpolation belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**L X+ 63,000 Y+ 49,000**
**Z+ 39,000 RL F 100 M**

## M 3.2.3.3) Definition des Kreismittelpunktes [CC]

Die Taste [CC] dient zur Festlegung des Kreismittelpunktes, die im übrigen der Festlegung eines Pols für Polarkoordinaten entspricht.

Dialog-Eröffnung: Taste [CC]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **KOORDINATEN ?** | Entweder Koordinaten des Kreismittelpunktes eingeben (siehe Kapitel M 3.2.1) und Taste [ENT] drücken, oder nur Taste [NO ENT] drücken, wenn der letzte Positions-Sollwert als Kreismittelpunkt übernommen werden soll. |

Wird nach der Programmierung der ersten Koordinate die Taste [NO ENT] oder [END] gedrückt, so wird für die zweite Koordinate der letzte Positions-Sollwert übernommen.

Die Definition des Kreismittelpunktes belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**CC X+ 15,000 Y+ 23,000**

Wenn der letzte Positions-Sollwert als Kreismittelpunkt übernommen wird, erscheint folgender Satz:

**CC**

Die Programmierung der vierten Achse in einem CC-Satz ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

## M 3.2.3.4) Kreisbahn-Programmierung [C]

Vorher den Kreismittelpunkt festlegen (siehe Kapite. M 3.2.3.3).

Dialog-Eröffnung: Taste [C] bzw. Polarkoordinaten Taste [P] und anschließend Taste [C]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **KOORDINATEN ?**<br>bzw.<br>**POLARKOORDINATEN-WINKEL PA?** | Koordinaten nach Kapitel M 3.2.1 bzw. Kapitel M 3.2.2 eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |
| **DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR– ?** | Durch Drücken der Vorzeichenwechsel-Taste<br>.Drehrichtung im Uhrzeigersinn (Rechtsdrehung): DR–<br>oder<br>.Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn (Linksdrehung): DR+ eingeben;<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **RADIUSKORR.: RL/RR/ KEINE KORR. ?** | Radiuskorrektur eingeben (siehe Kapitel M 3.1);<br>.Taste [R+] oder [R–] drücken<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F =** | Bahn-Vorschub eingeben (siehe Kapitel F 1); Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSATZ–FUNKTION M ?** | Zusatzfunktion eingeben (siehe Kapitel F 2); Taste [ENT] drücken. |

Werden Dialog-Fragen mit der Taste [NO ENT] beantwortet, erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die nächste Dialog-Frage.

Die Zirkular-Interpolation belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**C X+ 20,000 Y+ 50,000**
**DR– RR F 80 M**

oder

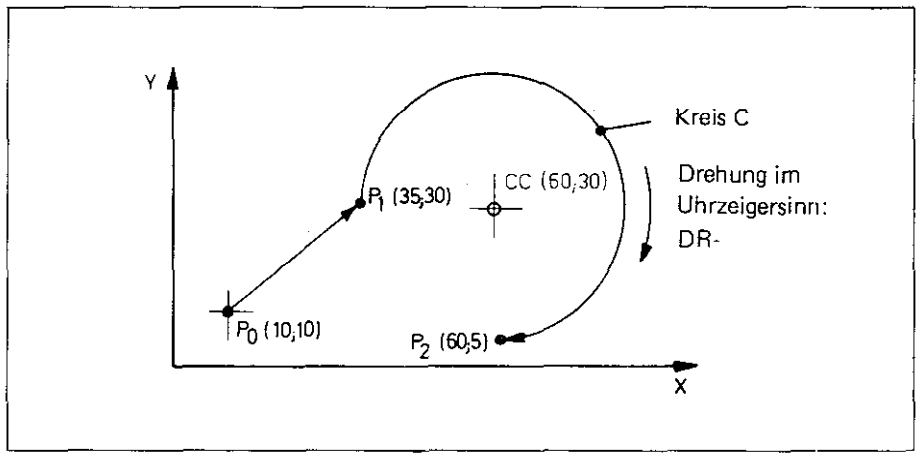
**CP PA+ 180,000**
**DR+ RL F 40 M**

Die Programmierung der vierten Achse in einem Kreisbahn-Satz ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

**Beispiele:**

**Kreisbahn-Programmierung in rechtwinkeligen Koordinaten**

Zunächst wird der Punkt $P_1$ in einem Positioniersatz festgelegt. Dann ist der **Mittelpunkt CC des Kreises** (siehe Kap. M 3.2.3.3) und **der Endpunkt $P_2$ des Kreisbogens** zu programmieren.

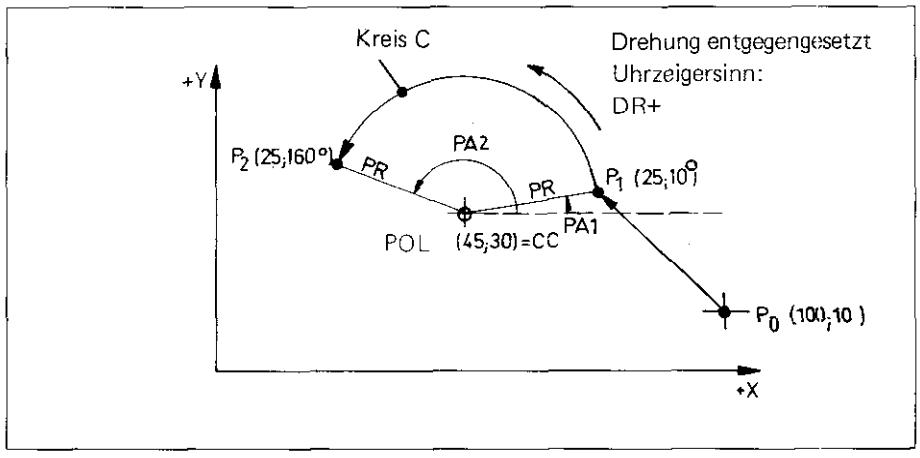



Programmsätze:

```
1 L     X+10,000   Y+10,000
                   R0 F100    M
2 L     X+35,000   Y+30,000
                   R0 F100    M
3 CC    X+60,000   Y+30,000
4 C     X+60,000   Y+5,000
              DR-R0 F100      M
```

**Kreisbahn-Programmierung in Polarkoordinaten**

**Der Kreis-Mittelpunkt (=Pol) wird zuerst, und zwar in rechtwinkeligen Koordinaten eingegeben** (siehe Kapitel M 3.2.3.3). Die Punkte $P_1$ und $P_2$ werden dann über Radius PR (25) und Winkel PA1 ($10^{o}$) und PA2 ($160^{o}$) programmiert.




Der Punkt $P_2$ kann auch im Kettenmaß programmiert werden:

PA2 = + $150^{o}$ (inkremental).

Programmsätze:

```
1 L     X+100,000  Y+10,000
                   R0 F100    M
2 CC    X+45,000   Y+30,000
3 LP    PR+25,000   PA+10,000
                   R0 F100    M
4 CP    PA+160,000
              DR+R0 F100      M
```

## M 3.2.3.5) Die Schraubenlinien-Interpolation (Helix)

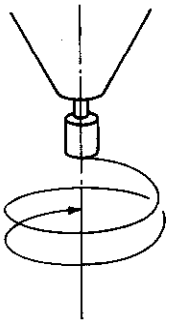
Die Schraubenlinien-Interpolation wird vorwiegend zur Herstellung von Innen- und Außen-Gewinden mit größeren Durchmessern verwendet, wobei in der **Bearbeitungsebene** (z.B. X-Y-Ebene) eine **Kreisbewegung** erzeugt wird, während die **Werkzeugachse** gleichzeitig eine **Linearbewegung** durchführt.

Programmiert wird die Schraubenlinie **in Polarkoordinaten** über die Taste [C] mit Eingabe des Gesamt-Drehwinkels und einer zusätzlichen Tiefen- bzw. Höhenkoordinate.

**Beachte:**
Vorher den Kreismittelpunkt festlegen!

**Beispiel:**

**CC X+ 0,000 Y+ 0,000**
**LP PR+ 50,000 PA+ 0,000**
**RR F 120 M**
**CP IPA 720,000 IZ – 60,000**
**DR–R F M**



Gesamt-Drehwinkel
PA = 720°
Tiefenzustellung
Z = –60 mm

Dialog-Eröffnung: Taste [P] und dann Taste [C] drücken!

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **POLARKOORDINATEN-WINKEL PA ?** | .Polarkoordinaten-Winkel eingeben.<br>.Anschließend die Achstaste drücken, in der die Linearbewegung durchgeführt werden soll. |
| **KOORDINATEN ?** | Koordinate für die Achse,in der die Linearbewegung durchgeführt werden soll, eingeben (inkrementales Maß oder absolutes Maß) |
| **DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR– ?** | Durch Drücken der Vorzeichenwechsel-Taste [+/–]<br>.Drehrichtung im Uhrzeigersinn (Rechtsdrehung): DR–<br>oder<br>.Drehrichtung entgegen dem Uhrzeigersinn (Linksdrehung) DR+ eingeben;<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **RADIUSKORR.: RL/RR/ KEINE KORR. ?** | Radiuskorrektur eingeben:<br>.Taste [RL–] oder [RR+] drücken;<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F =** | Bahn-Vorschub eingeben;<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSATZ–FUNKTION M ?** | Ggf. Zusatzfunktion eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

Werden Dialog-Fragen mit der Taste [NO ENT] beantwortet, erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die nächste Dialog-Frage.

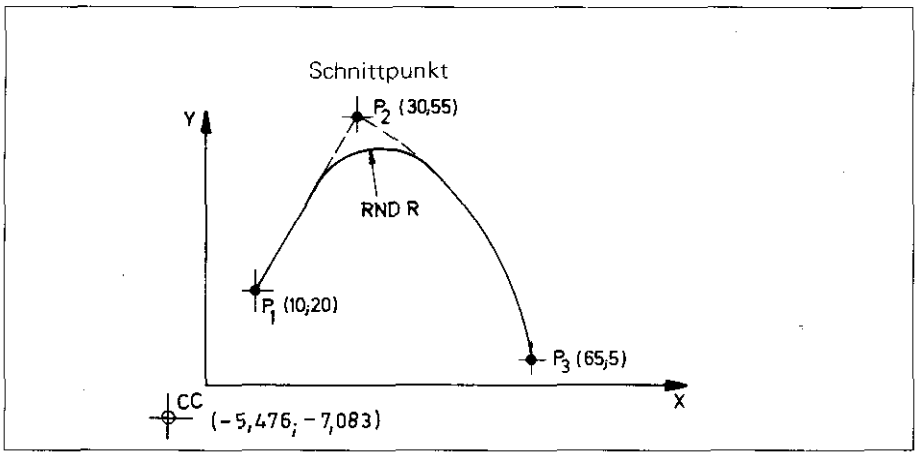
Die Schraubenlinien-Interpolation belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**230 CP IPA+ 720,000 I Z– 60,000**
**DR– R0 F 100 M**

Die Programmierung der vierten Achse in einem Schraubenlinien-Satz ist nur möglich, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

## M 3.2.3.6) Ecken-Runden (Kreise mit tangentialen Übergängen) [RND]

Eine spezielle Art der Kreisbahn-Programmierung ist das "Ecken-Runden", d.h. das Programmieren eines Kreises mit dem Radius R, der tangential in den anschließenden Konturverlauf übergeht. Das Einfügen eines derartigen Rundungs-Kreises ist bei allen Ecken möglich, die durch Gerade/Gerade, Gerade/Kreis oder Kreis/Kreis gebildet werden.




**Beispiel:** Ebene X, Y

Die Ecke, die von der Geraden $P_1$ $P_2$ und dem Kreisbogen $P_2$ $P_3$ gebildet wird, soll durch einen Kreis mit dem Radius R gerundet werden.

Programmiert wird:
.Das Konturstück $P_1$ $P_2$ (mit Radiuskorrektur RR bzw. RL)
.Der Rundungs-Satz mit dem Rundungs-Radius R
.Das Konturstück $P_2$ $P_3$ (mit Radiuskorrektur RR bzw. RL)

Die Steuerung benötigt **nur** die Angabe des **Rundungs-Radius** (alle weiteren Daten errechnet die Steuerung TNC 150 selbst).

Dialog-Eröffnung: Taste [RND]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **RUNDUNGS-RADIUS R ?** | Zahlenwert oder Parameter (siehe Kapitel M 5) für den gewünschten Rundungsradius eingeben; Taste [ENT] drücken. |

**Vor einem Rundungs-Satz bzw. nach einem Rundungs-Satz muß ein Positioniersatz programmiert werden, der beide Koordinaten der Interpolations-Ebene enthält.**

Dialog-Frage:
**RUNDUNGS-RADIUS R ?**

Eingabebereich : 0 – 19 999,999 mm

Die "Ecken-Rundung" belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

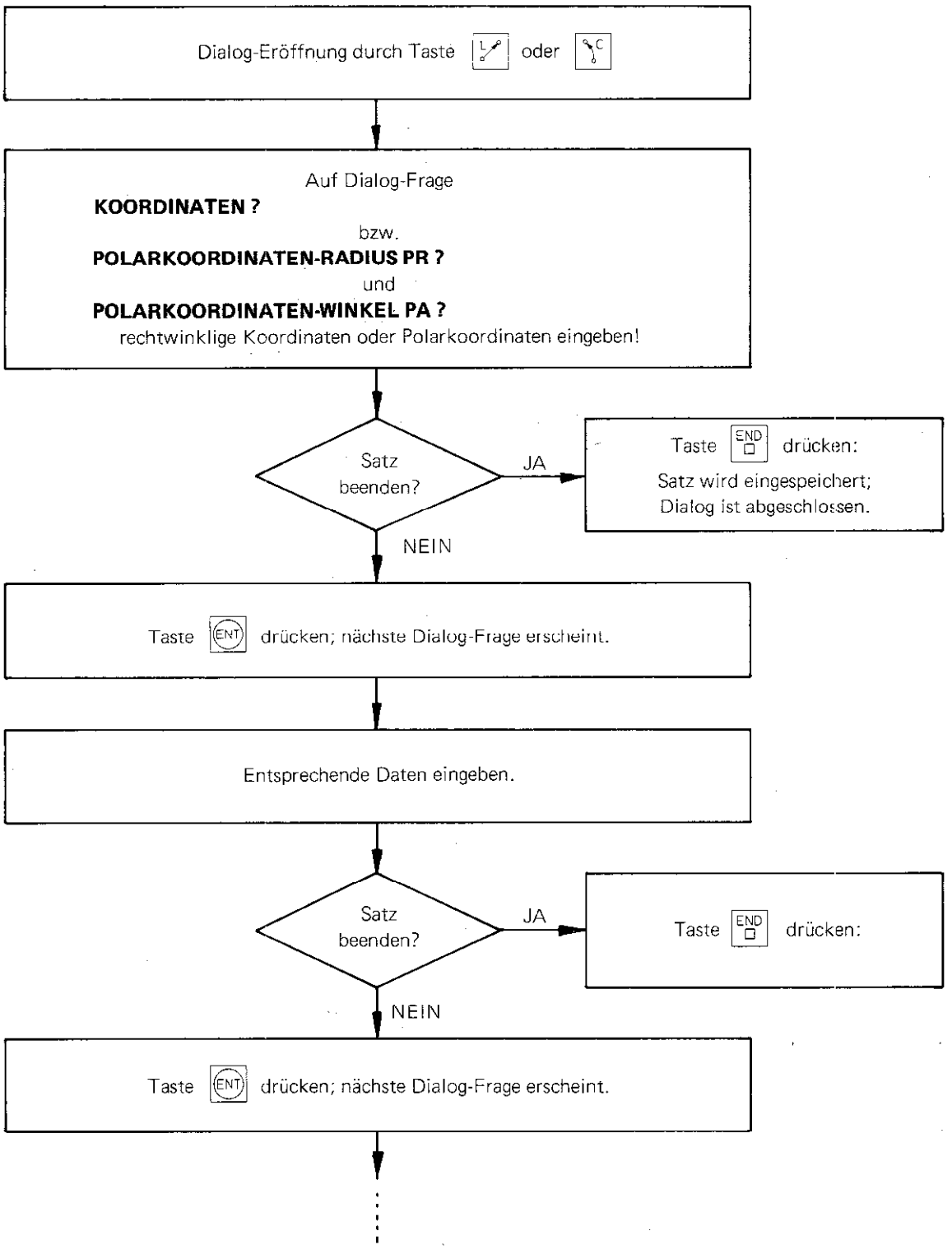
**RND R 10,000**

**Programm für das vorhergehende Beispiel:**

```
1 TOOL DEF 1      L+100,000
                  R+10,000
2 TOOL CALL 1  Z
                    S 1000
3 L       X+10,000 Y+20,000
                RL F100   M
4 CC      X-5,476  Y-7,083
5 L       X+30,000 Y+55,000
                RL F100   M
6 RND     R+10,000
7 C       X+65,000 Y+5,000
             DR- RL F100   M
```

## M 3.2.4) Der abgekürzte Positioniersatz [END]

Innerhalb bestimmter Programmabschnitte bleiben oft über mehrere Sätze die Art der Radius-Korrektur (RR/RL/R0), die Vorschubgeschwindigkeit F und die Zusatzfunktionen M ungeändert (sog. modale Funktionen). Bei der TNC 150 müssen diese Daten dann nicht mehr in jedem Satz neu eingegeben werden; vielmehr können derartige Sätze z.B. mit der Eingabe der Sollposition-Koordinaten beendet werden. Beim Abarbeiten der so abgekürzten Programmsätze gelten dann jeweils die zuletzt programmierten Daten für die Radius-Korrektur und den Vorschub.




Durch die Taste [END] kann der Satz nach jeder Eingabe beendet werden.

Der erste Satz in einem Bearbeitungsprogramm muß die Art der Radius-Korrektur und den Vorschub enthalten, sonst erscheint beim Abarbeiten die Fehlermeldung:
**UNDEFINIERTER PROGRAMM START**

## M 3.2.5) Konstante Bahngeschwindigkeit bei Ecken: M 90

Die Steuerung TNC 150 überwacht, ob die programmierte Kontur mit dem programmierten Vorschub exakt eingehalten werden kann. Besteht die Gefahr, daß der Konturverlauf bei Außenecken und kleinen Radien nicht eingehalten werden kann, wird die Vorschubgeschwindigkeit automatisch reduziert; bei Innenecken erfolgt grundsätzlich ein Achsstillstand.

Ist die Reduzierung der Vorschubgeschwindigkeit nicht erwünscht, kann durch Programmierung der Zusatzfunktionen **M 90** konstante Bahngeschwindigkeit erzwungen werden. Dies kann allerdings zu einer geringfügigen Konturverzerrung bei Außen- und Innenecken führen.

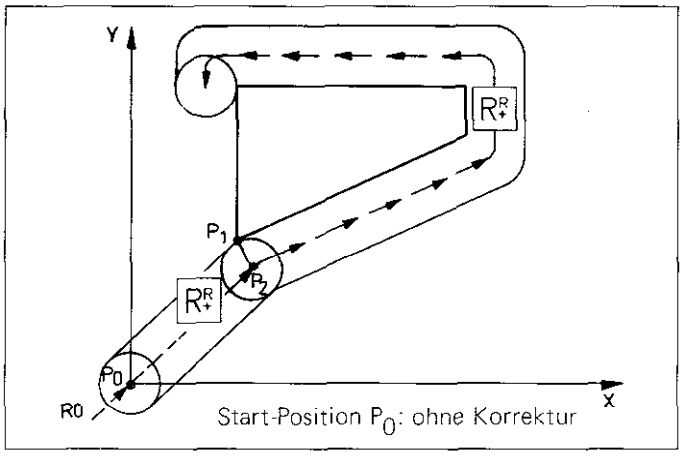
Diese M-Funktion ist nur wirksam im Betrieb mit schleppenden Achsen und abhängig von den eingespeicherten Maschinen-Parametern. Ob Ihre Steuerung in dieser Weise arbeitet, erfahren Sie vom Hersteller Ihrer Werkzeugmaschinen.

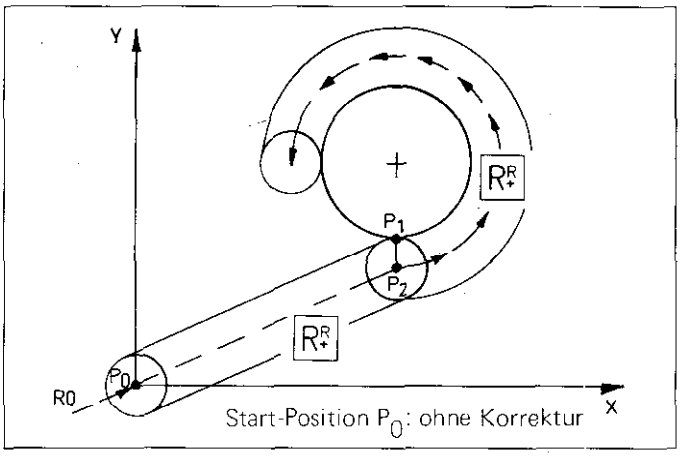
## M 3.2.6) Anfahren und Verlassen einer Kontur

### M 3.2.6.1) Anfahren und Verlassen einer Kontur auf einer Geraden

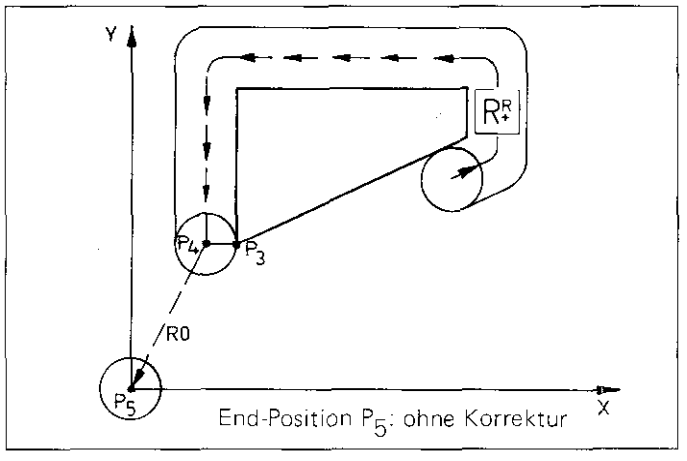
Das Anfahren oder Verlassen der Kontur kann auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen:

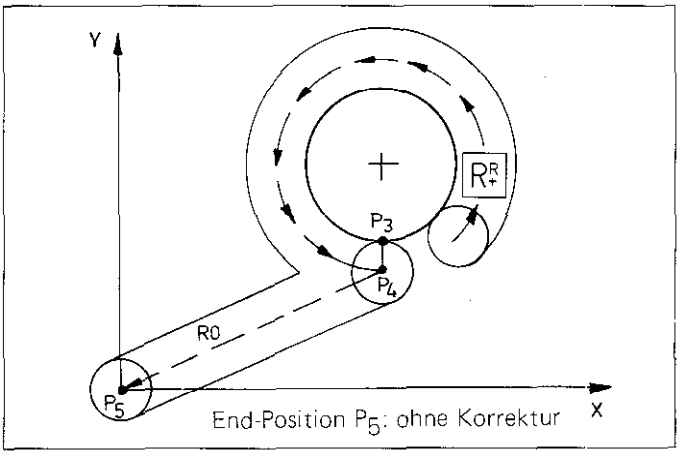
**1. Fall:**
**Die Start-Position $P_0$ wird ohne Radiuskorrektur (R0) angefahren.** Der nächste Positioniersatz zum Punkt $P_1$ wird mit Radiuskorrektur – RR bzw. RL – programmiert.
Beim Anfahren der Kontur errechnet die Steuerung automatisch den korrigierten Punkt $P_2$ (durch Errichten einer Senkrechten auf das erste Konturstück, wobei der Abstand des Punktes $P_2$ vom Punkt $P_1$ dem – in der Werkzeug-Definition festgelegten – Radius des Werkzeugs entspricht).



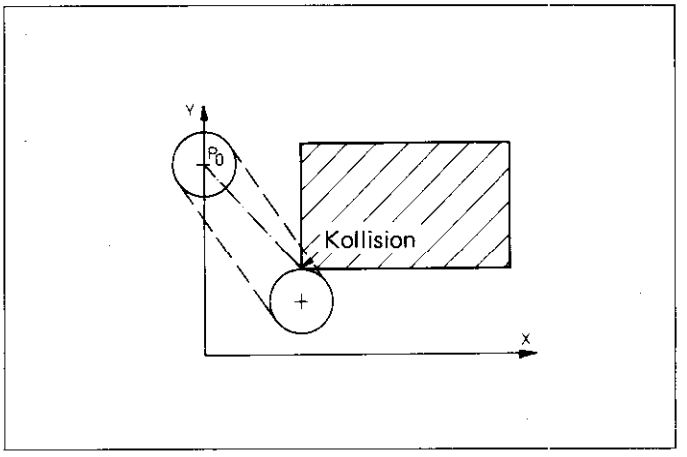




Beim Verlassen der Kontur durch **Anfahren der End-Position $P_5$ ohne Radiuskorrektur (R0)** errechnet die Steuerung automatisch den Kontur-Endpunkt $P_4$ durch Errichten einer Senkrechten auf das letzte Konturstück in $P_3$.

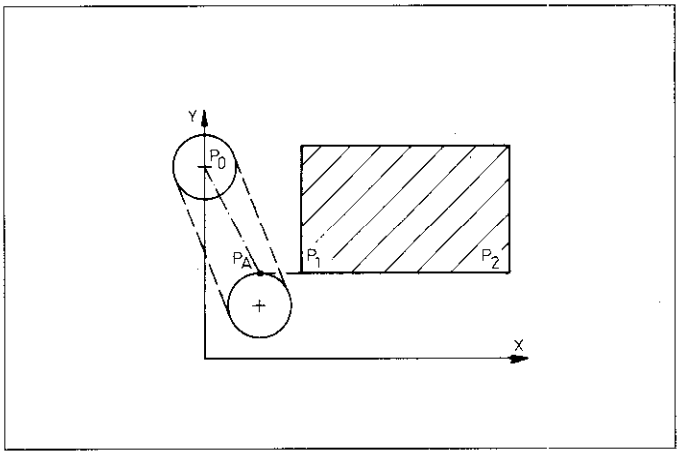


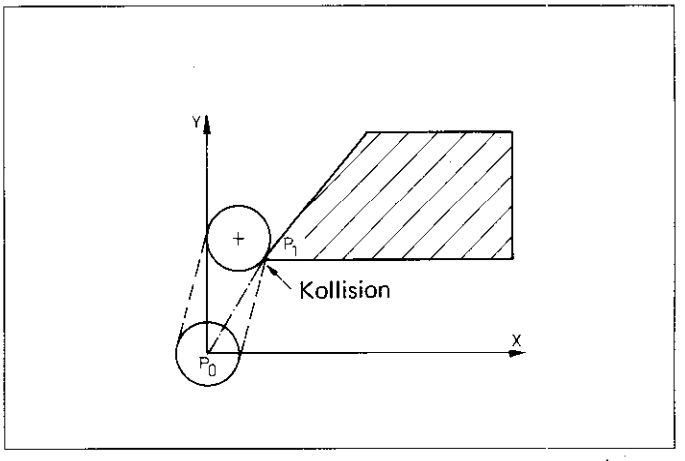
Bei Anfahren einer Kontur auf einer Geraden, z.B. von einer Werkzeugwechselposition $P_0$ aus, muß eine Kollision des Werkzeugs mit dem Werkstück vermieden werden.
Das gilt durchaus auch bei Konturprogrammierung mit Werkzeugkorrektur.



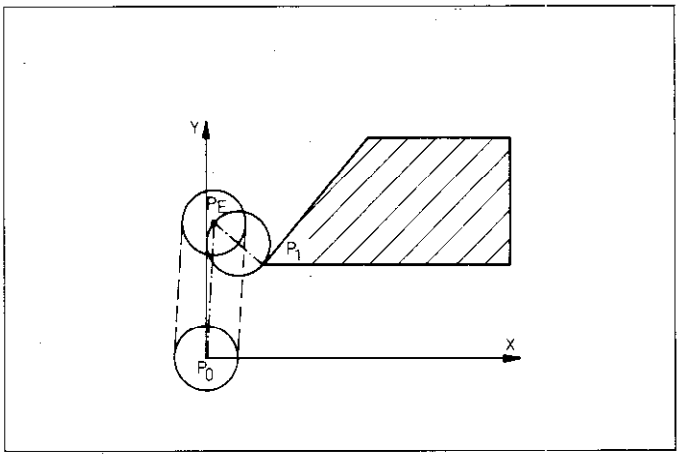

So ist in dem entsprechenden Fall ein Hilfspunkt $P_A$ zu programmieren, der vor dem Werkstück in Verlängerung der ersten zu bearbeitenden Bahn $P_1 - P_2$ liegt.
Der Abstand von $P_A$ zum Werkstück sollte dem Werkzeugradius R zuzüglich einem gewissen Sicherheitsabstand von z.B. 5 mm entsprechen.
Der Hilfspunkt $P_A$ wird bereits mit Werkzeugkorrektur angefahren.




Beim **Wegfahren von einer Geraden** ist ebenso auf Kollisionsgefahren zu achten. Würde nach Erreichen von $P_1$ direkt die Werkzeugwechselposition $P_0$ angefahren, so käme es zu einer Kollision.

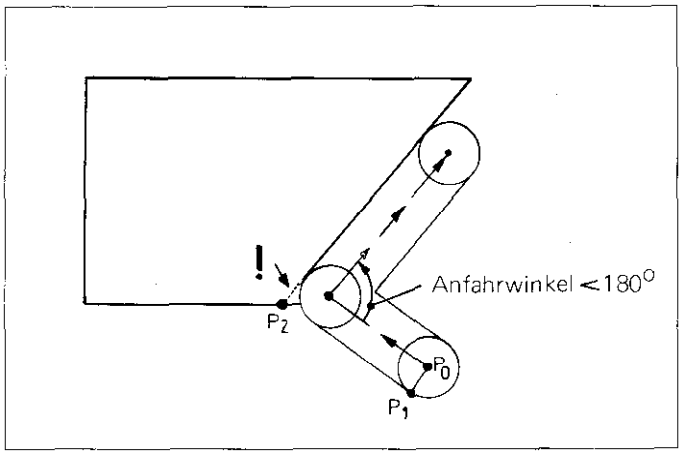


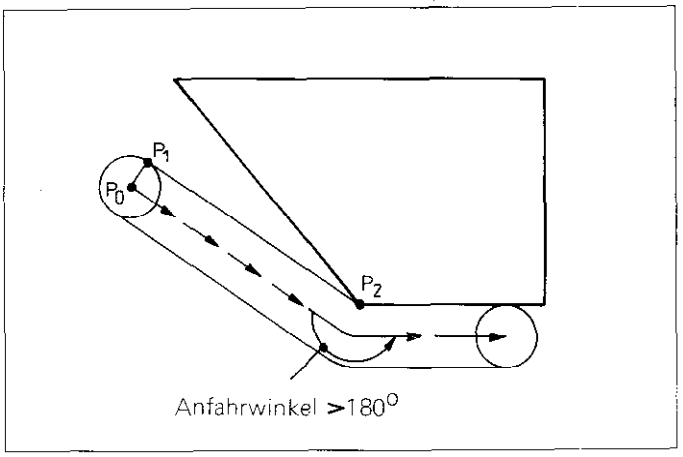

Wiederum ist also ein Hilfspunkt $P_E$ zu programmieren, der vom Werkstück genügend weit weg liegt. Dieser Hilfspunkt wird jedoch ohne Werkzeugkorrektur angefahren, ebenso wie das weitere Rückfahren des Fräsers auf die Werkzeugwechselposition $P_0$.



**2. Fall:**
**Das Bearbeitungsprogramm beginnt mit dem Satz zu dem Punkt $P_2$, korrigiert mit RR oder RL**; die Steuerung betrachtet die zufällig erreichte Position $P_0$ in diesem Fall als bereits korrigierte Position $P_1$ und fährt die programmierte Position $P_2$ wie einen Punkt innerhalb der Kontur an d.h.
.falls der Anfahrwinkel zur Kontur kleiner als 180° ist , wird die Winkelhalbierende der gedachten Kontur angefahren,
.falls der Anfahrwinkel zur Kontur größer als 180° ist wird ein Übergangskreis eingefügt.

Der korrigierte Programm-Anfang mit einem Kreisbahn-Satz ist nicht möglich.

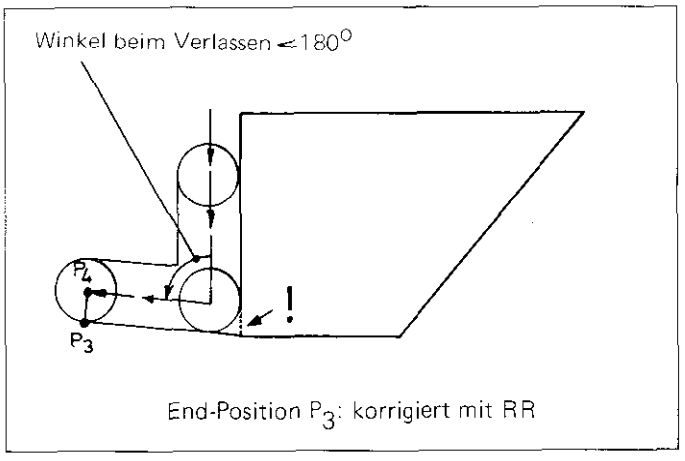


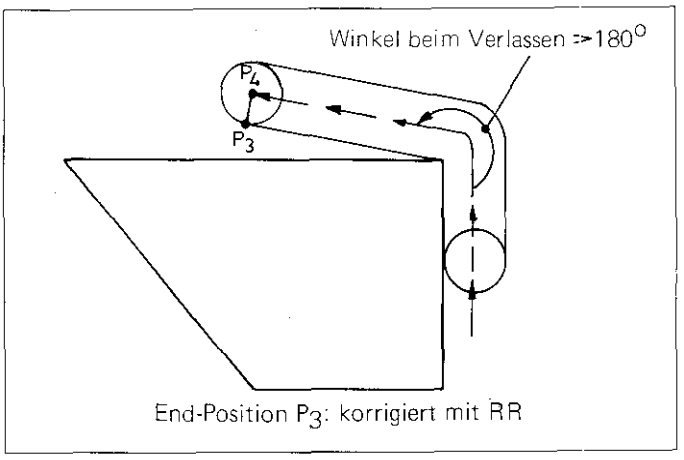




Der Programmsatz für das **Verlassen der Kontur enthält ebenfalls eine Radiuskorrektur RR oder RL.** Die Bahnkorrektur wird in diesem Fall beendet mit

.der Zusatzfunktion **M 98** oder
.einem nachfolgenden Leersatz oder
.einem Werkzeug-Aufruf TOOL CALL.

Die Steuerung errechnet den korrigierten Endpunkt $P_4$ durch Errichten einer Senkrechten auf das letzte Konturstück in $P_3$. Die Entfernung des Punktes $P_4$ vom Punkt $P_3$ entspricht dem Radius des Werkzeugs.




Falls der Anfahrwinkel kleiner als 180° ist, wird das Werkstück nicht vollständig bearbeitet (siehe ! in der Zeichnung).

**Ändern des Anfahrverhaltens am Konturbeginn: M 95, M 96**
Anstelle dieses normalen Anfahrverhaltens kann durch die Zusatzfunktionen M 95 oder M 96 das Anfahrverhalten wie folgt geändert werden:

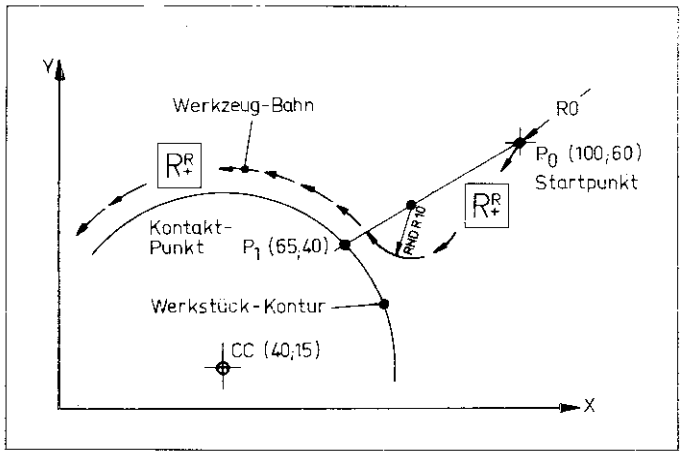
Liegt beim normalen Anfahrverhalten der Fall 1 vor, läßt sich durch Programmierung der Zusatzfunktion **M 96** der Fall 2 erzwingen !

Liegt beim normalen Anfahrverhalten der Fall 2 vor, läßt sich durch Programmierung der Zusatzfunktion **M 95** der Fall 1 erzwingen !

## M 3.2.6.2) Tangentiales Anfahren und Verlassen einer Kontur

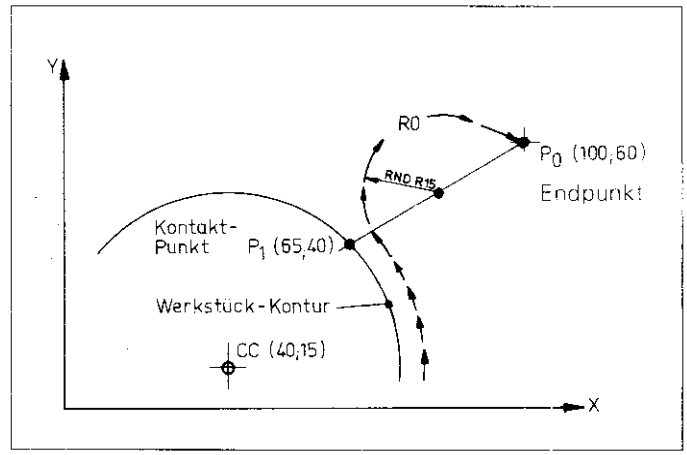
Die Taste [RND] dient nicht nur zum Runden von Ecken (siehe Kapitel M 3.2.3.5), sondern auch zusätzlich zur Programmierung des tangentialen Anfahrens und Verlassens einer Kontur:
Ein Kreis oder eine Gerade kann in einem beliebig vorgegebenen Kontakt-Punkt mit einer festgelegten Bahngeschwindigkeit auf einem tangential einmündenden Kreis angefahren werden:

**Anfahren der Kontur**




Zunächst wird der **Startpunkt $P_0$** in einem vorhergehenden Positioniersatz mit **Radiuskorrektur R0** eingegeben.
Der **nächste Positioniersatz** – für den Kontakt-Punkt $P_1$ – muß eine Werkzeug-Korrektur – **RR bzw. RL** – enthalten (die Steuerung erkennt aus dem Übergang von R0 nach RR bzw. RL, daß eine Kontur tangential ("weich") angefahren werden soll). Schließlich ist nun ein Rundungs-Satz mit der Taste [RND] zu programmieren.

**Verlassen der Kontur**




Das Verlassen der Kontur wird ähnlich programmiert:
Ändert sich nach einem Rundungs-Satz die Radius-Korrektur von **RR bzw. RL auf R0**, so erkennt die Steuerung, daß das Werkzeug die Kontur auf dem programmierten Hilfskreis verlassen soll.

**Programm für das vorhergehende Beispiel:**

| Vorgang | Programmsatz-Anzeige |
|---|---|
| Werkzeug-Definition und Werkzeug-Aufruf | 1 TOOL DEF 1 L + 100.000<br>R + 10.000 |
| | 2 TOOL CALL 1 Z<br>S 1000 |
| Startpunkt wird angefahren | 3 L X 100.000 Y 60.000<br>R0 F 9999 M 03 |
| Kontakt-Punkt und Bahngeschwindigkeit | 4 L X 65.000 Y 40.000<br>RR F50 M |
| Rundungs-Radius für das weiche Anfahren der Kontur | 5 RND R10 |
| Kreis-Mittelpunkt für Werkstück-Kontur | 6 CC X 40.000 Y 15.000 |
| Programmierung der Werkstück-Kontur | 7 C X 65.000 Y 40.000<br>DR+ RR F50 M |
| Rundungs-Radius für das Verlassen der Kontur | 8 RND R15 |
| Rückkehr zum Startpunkt | 9 L X 100.000 Y 60.000<br>R0 F50 M 05 |

**Vor einem Rundungs-Satz und nach einem Rundungssatz muß ein Positioniersatz programmiert werden, der beide Koordinaten der Interpolations-Ebene enthält.**

## M 4) Programmierter Halt STOP

Dialog-Eröffnung: Taste STOP

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **ZUSATZ-FUNKTION M?** | Ggf. Zusatzfunktion eingeben; Taste ENT drücken<br>oder<br>falls keine Zusatzfunktion gewünscht wird: Taste NO ENT drücken. |

Der programmierte Halt mit der Taste STOP erfordert einen Programmsatz:

**STOP**

**M**

Der programmierte Halt mit der Taste STOP erzeugt kein "Spindel Halt" und "Kühlmittel Aus" wie die Zusatzfunktion M 00.

## M 5) Parameter-Programmierung

Anstelle von Koordinaten- bzw. Vorschub-Werten können bei der TNC 150 als Platzhalter sogenannte Parameter (Q 0 bis Q 99) programmiert werden. Diesen Parametern wird dann im Programm (durch "Q DEF") ein bestimmter Wert oder eine Funktion (mathematische oder logische Abhängigkeit) zugewiesen.

Folgende Eingabewerte können durch Parameter ersetzt werden:

1) in Positioniersätzen
**X-Wert, Y-Wert, Z-Wert, F-Wert, IV-Wert, PR-Wert, PA-Wert**

2) in CC-Sätzen
**X-Wert, Y-Wert, Z-Wert, IV-Wert**

3) in Tool-DEF-Sätzen
**Werkzeugradius R, Werkzeuglänge L**
(beim Werkzeug-Aufruf wird der jeweils aktuelle Parameterwert wirksam)

4) in RND-Sätzen
**Rundungsradius R**

5) in Bearbeitungszyklen
**Sicherheitsabstand, Zustellung, Tiefe, Verweilzeit, Länge** und **Breite** von Nuten und Rechtecktaschen,
**Radius** von Kreistaschen;
**Vorschübe,**
**Drehung des Koordinatensystems**

Bei Programmen mit Parameter-Programmierung ist die Bearbeitungsgeschwindigkeit in den meisten Fällen langsam. Besonders bei der Bearbeitung von Konturen, die nach mathematischen Formeln zu beschreiben sind, kann sich die Rechenzeit der TNC stark auswirken.
Konturen, die nach mathematischen Funktionen zu beschreiben sind, werden in den meisten Fällen durch Vielecke angenähert. Auch dies kann die Bearbeitungsgeschwindigkeit reduzieren – besonders bei Innenkonturen.

Die Parameter werden nach Drücken der Taste Q durch Nummer 0 – 99 gekennzeichnet.

Die Zuweisung eines bestimmten Wertes oder einer Abhängigkeit (Funktion) erfolgt über die Taste Q DEF .

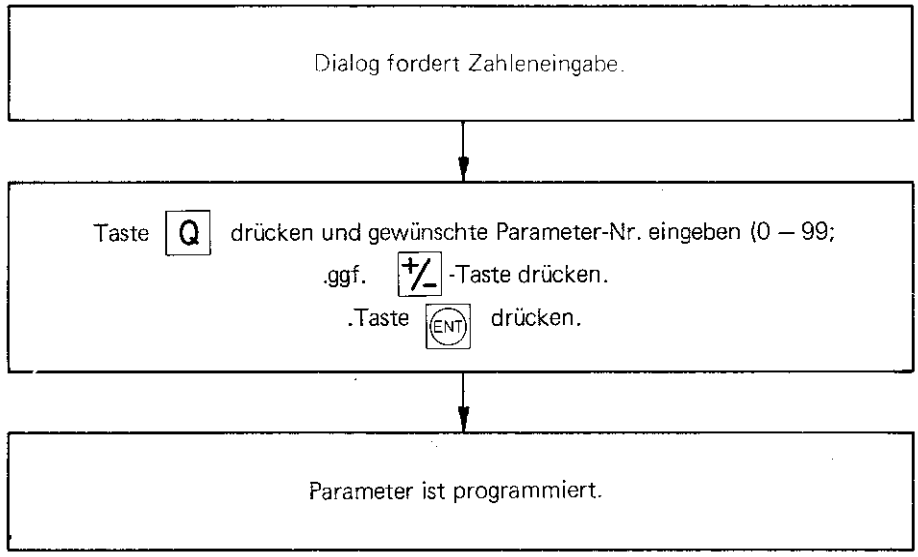
Mit der Parameter-Programmierung können

.parametrische Programme
.Konturen, die nach mathematischen Formeln zu beschreiben sind
und
.Sprünge zu Programm-Marken nach Parameter-Vergleich

programmiert werden.

## M 5.1) Eingabe von Parametern [Q]

Parameter werden wie folgt programmiert:


Dialog fordert Zahleneingabe.
Taste Q drücken und gewünschte Parameter-Nr. eingeben (0 – 99;
.ggf. +/- -Taste drücken.
.Taste ENT drücken.
Parameter ist programmiert.

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**L X+Q 1 Y +Q 2**
**RR F 100 M**

*Bedeutung:* Für die Koordinaten X und Y wurden die Parameter Q 1 und Q 2 programmiert; die betreffenden Zahlenwerte werden durch die Parameter-Definition "Q DEF" festgelegt.

## M 5.2) Parameter-Definition [Q DEF]

Über die Parameter-Definition werden den Parametern Q 0 bis Q 99 Zahlenwerte oder funktionelle Abhängigkeiten zugeordnet. Die Parameter-Definition muß vor dem Aufruf des Parameters programmiert werden, kann sich jedoch an beliebiger Stelle des Bearbeitungsprogramms befinden.

Mit der Taste [Q DEF] wird die Parameter-Definition angewählt. In der Funktions-Bibliothek kann mit den Tasten [↓] und [↑] (durch wiederholtes Betätigen) die gewünschte Parameter-Funktion angewählt werden.

Folgende Funktionen sind programmierbar
(FN = Abkürzung für "Funktion")

**FN 0: ZUWEISUNG**
**FN 1: ADDITION**
**FN 2: SUBTRAKTION**
**FN 3: MULTIPLIKATION**
**FN 4: DIVISION**
**FN 5: WURZEL**
**FN 6: SINUS**
**FN 7: COSINUS**
**FN 8: WURZEL AUS QUADRATSUMME**
**FN 9: WENN GLEICH, SPRUNG**
**FN 10: WENN UNGLEICH, SPRUNG**
**FN 11: WENN GROESSER, SPRUNG**
**FN 12: WENN KLEINER, SPRUNG**

## M 5.2.1) FN 0: Zuweisung

Mit Hilfe der Parameter-Zuweisung wird einem bestimmten Parameter ein Zahlenwert oder ein anderer Parameter zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] drücken

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **FN 0: ZUWEISUNG** | Funktion durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS ?** | Parameter-Nummer eintippen: 0 – 99;<br>Taste [ENT] drücken. |
| **1. WERT ODER PARAMETER ?** | Zahlenwert oder Parameter eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 0: Q 12 = +20,000** *Bedeutung:* Dem Parameter Q 12 wird der Zahlenwert 20,000 zugewiesen.

Das Gleichheits-Zeichen = entspricht einer Zuordnung!

## M 5.2.2) FN 1: Addition

Mit Hilfe der Parameter-Addition wird einem bestimmten Parameter die Summe von zwei Zahlenwerten oder Parametern zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] drücken.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **FN 1: ADDITION** | Funktion durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **PARAMETER-NR. FUER ERGEBNIS ?** | Parameter-Nummer eintippen: 0 – 99;<br>Taste [ENT] drücken. |
| **1. WERT ODER PARAMETER ?** | Ersten Wert oder Parameter eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |
| **2. WERT ODER PARAMETER ?** | Zweiten Zahlenwert oder Parameter eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 1: Q 1 = +20,000**
**+ +Q 2**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 1 wird die Summe aus 20,000 und Q 2 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 2 wird in einer anderen Parameter-Definition festgelegt.

## M 5.2.3) FN 2: Subtraktion

Mit Hilfe der Parameter-Subtraktion wird einem bestimmten Parameter die Differenz von zwei Zahlenwerten oder Parametern zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] drücken bis die Funktion
**FN 2: SUBTRAKTION** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Addition.
(siehe Kapitel M 5.2.2)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 2: Q 5 = + Q 3**
**– + 20,000**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 5 wird das Ergebnis aus der Differenz Q 3 – 20,000 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 3 ist in einer anderen Parameter-Definition zu finden.

## M 5.2.4) FN 3: Multiplikation

Mit Hilfe der Parameter-Multiplikation wird einem bestimmten Parameter das Produkt von zwei Zahlenwerten oder Parametern zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] drücken, bis die Funktion
**FN 3: MULTIPLIKATION** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Addition
(siehe Kapitel M 5.2.2)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 3: Q 21 = + Q 2**
*** + 5,000**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 21 wird das Produkt aus Q 2 und 5,000 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 2 ist in einer anderen Parameter-Definition zu finden.

## M 5.2.5) FN 4: Division

Mit Hilfe der Parameter-Division wird einem bestimmten Parameter der Quotient von zwei Zahlenwerten oder Parametern zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] drücken bis die Funktion
**FN 4: DIVISION** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Addition beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.2)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 4: Q 63 = + 30,000**
**DIV + Q 25**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 63 wird das Ergebnis der Division 30,000 : Q 25 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 25 ist in einer anderen Parameter-Definition zu finden.

## M 5.2.6) FN 5: Wurzel

Mit Hilfe der Wurzel-Funktion wird einem bestimmten Parameter die Quadratwurzel aus einer Zahl oder einem Parameter zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] drücken bis Funktion
**FN 5: WURZEL** erscheint

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Zuweisung beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.1)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 5: Q 6 = SQRT + 20,000**

oder

**FN 5: Q 6 = SQRT + Q 74**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 6 wird die Quadratwurzel von 20,000 zugeordnet
oder
dem Parameter Q 6 wird die Quadratwurzel von Q 74 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 74 ist in einer anderen Parameter-Definition zu finden.

SQRT ist die Abkürzung für "square root" d.h. zu deutsch "Quadrat-Wurzel".

## M 5.2.7) FN 6: Sinus

Mit Hilfe der Sinus-Funktion wird einem bestimmten Parameter der Sinus eines Winkels (programmiert in Grad) zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↓] oder [↑] drücken bis die Funktion
**FN 6: SINUS** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Zuweisung beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.1)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 6: Q 10 = SIN + 90,000**

oder

**FN 6: Q 69 = SIN + Q 86**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 10 wird der Sinus von $90^{o}$ zugeordnet
oder
dem Parameter Q 69 wird der Sinus von Q 86 zugeordnet. Der Zahlenwert für Q 86 wird einer anderen Parameter-Definition festgelegt.

## M 5.2.8 FN 7: Cosinus

Mit Hilfe der Cosinus-Funktion wird einem bestimmten Parameter der Cosinus eines Winkels (programmiert in Grad) zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken bis die Funktion
**FN 7: COSINUS** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Zuweisung beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.1)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 7: Q 12 = COS + 45,000**

oder

**FN 7: Q 99 = COS + Q 11**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 12 wird der Cosinus von $45^{o}$ zugeordnet
oder
dem Parameter Q 99 wird der Cosinus Q 11 zugeordnet.
Der Zahlenwert für Q 11 wird einer anderen Parameter-Definition festgelegt.

## M 5.2.9) FN 8: Wurzel aus Quadratsumme

Mit Hilfe der Funktion "Wurzel aus Quadratsumme" wird einem bestimmten Parameter der Wurzelwert aus der Summe zweier Quadrate zugeordnet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken bis die Funktion
**FN 8: WURZEL AUS QUADRATSUMME** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Parameter-Addition beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.2)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 8: Q 20 = + 30,000**
**LEN + Q 45**

*Bedeutung:* Dem Parameter Q 20 wird folgender Wert zugeordnet:

$$Q\,20 = \sqrt{30^2 + Q\,45^2}$$

Der Zahlenwert für Q 45 ist in einer anderen Parameter Definition zu finden.

LEN ist eine Abkürzung des englischen Wortes "length", d.h. zu deutsch "Länge", "Strecke".

## M 5.2.10) FN 9: Wenn gleich, Sprung

Diese Funktion bewirkt einen Sprung auf eine Programm-Marke, wenn der Parameter gleich einem bestimmten Zahlenwert ist.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken, bis die Funktion
**FN 9: WENN GLEICH, SPRUNG** erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **FN 9: WENN GLEICH, SPRUNG** | Funktion durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **1. WERT ODER PARAMETER?** | Ersten Zahlenwert oder Parameter eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |
| **2. WERT ODER PARAMTER?** | Zweiten Zahlenwert oder Parameter eingeben;<br>Taste [ENT] drücken |
| **LABEL-NUMMER ?** | Label-Nummer eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 9: IF + Q 2**
**EQU + 20,000 GOTO LBL 30**

*Bedeutung:* Ist der Parameter Q 2 gleich dem Zahlenwert 20,000, erfolgt im Programmlauf ein Sprung auf LBL 30.

"IF" ist das englische Wort für "wenn".
"EQU" ist eine Abkürzung für das englische Wort "equal", d.h. zu deutsch "gleich".

## M 5.2.11) FN 10: Wenn ungleich, Sprung

Diese Funktion bewirkt einen Sprung zu einer Programm-Marke, wenn der Parameter ungleich einem bestimmten Zahlenwert ist.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken bis Funktion
**FN 10: WENN UNGLEICH, SPRUNG** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Funktion FN 9 beschrieben.
(siehe Kapitel M 5.2.10).

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 10: IF + Q 3**
**NE + 10,000 GOTO LBL 2**

*Bedeutung:* Wenn der Parameter Q 3 verschieden von 10,000 ist, erfolgt im Programmlauf ein Sprung auf LBL 2.

"IF" ist das englische Wort für "wenn".
"NE" ist die Abkürzung des englischen Begriffs "not equal", d.h. zu deutsch "nicht gleich".

## M 5.2.12) FN 11: Wenn größer, Sprung

Diese Funktion bewirkt einen Sprung auf eine Programm-Marke, wenn der Parameter einen bestimmten Zahlenwert überschreitet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken bis die Funktion
**FN 11: WENN GROESSER, SPRUNG** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Funktion FN 9 beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.10)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**FN 11: IF + Q 3**
**GT + 30,000 GOTO LBL 5**

*Bedeutung:* Ist der Parameter Q 3 größer als 30,000, erfolgt im Programmlauf ein Sprung auf LBL 5.

"IF" ist das englische Wort für "wenn".
"GT" ist die Abkürzung des englischen Begriffs "greater than", d.h. zu deutsch "größer als".

## M 5.2.13) FN 12: Wenn kleiner, Sprung

Diese Funktion bewirkt einen Sprung auf eine Programm-Marke, wenn der Parameter einen bestimmten Zahlenwert unterschreitet.

Dialog-Eröffnung: Taste [Q DEF] und anschließend Taste [↑] drücken. Die Funktion
**FN 12: WENN KLEINER, SPRUNG** erscheint.

Die Programmierung erfolgt wie bei der Funktion FN 9 beschrieben
(siehe Kapitel M 5.2.10)

In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

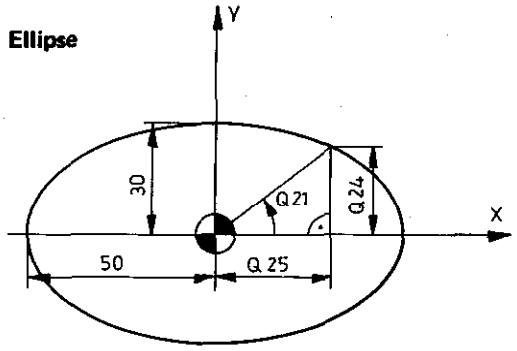
**FN 12: IF + Q 6**
**LT Q 5 GOTO LBL 3**

*Bedeutung:* Ist der Parameter Q 6 kleiner als Q 5, erfolgt im Programmlauf ein Sprung auf LBL 3.

"IF" ist das englische Wort für "wenn",
"LT" ist die Abkürzung des englischen Begriffs "less than", d.h. zu deutsch "kleiner als".

## M 5.3) Beispiel für Parameter-Programmierung

**Ellipse**




| Vorgang | Programmsatz-Anzeige |
|---|---|
| Anfahren der Werkzeugwechsel-Position | 1 TOOL CALL 0 Z S 0,000<br>2 L Z+20,000<br>R0 F15999 M<br>3 L X+70,000 Y+70,000<br>R0 F15999 M |
| Werkzeug-Definition 1, Schrupp-Schlichtfräser (vier Schneiden) Ø 20 mm<br>programmierter Halt<br>und Werkzeug-Aufruf 1 | 4 TOOL DEF 1 L+ 0,000<br>R+10,000<br>5 STOP M<br>6 TOOL CALL 1 Z S 250,000 |
| Positioniersätze zum Startpunkt | 7 L Z–15,000<br>R F M<br>8 L Y+ 0,000<br>R F M |
| Parameter-Definition<br>Q20 = Winkelschritt<br>Q21 = Anfangswinkel<br>Q22 = Y-Halbachse<br>Q23 = X-Halbachse | 9 FN 0: Q20 = + 2,000<br>10 FN 0: Q21 = + 0,000<br>11 FN 0: Q22 = + 30,000<br>12 FN 0: Q23 = + 50,000 |
| Die Koordinaten der Ellipse berechnen sich nach folgender Formel:<br>Y = Q24 = Q22 · sin Q21<br>X = Q25 = Q23 · cos Q21<br><br>Q24 und Q25 werden als Koordinaten für die Linear-Interpolation eingesetzt | 13 LBL 1<br><br>14 FN 6: Q24 = SIN + Q21<br>15 FN 7: Q25 = COS + Q21<br>16 FN 3: Q24 = + Q24* + Q22<br>17 FN 3: Q25 = + Q25* + Q23<br>18 L X+ Q25 Y + Q24<br>RR F200 M |
| Neuer Winkel Q21 = alter Winkel Q21 + Winkelschritt Q20 | 19 FN 1: Q21 = + Q21 + Q20 |
| Wenn der Winkel Q21 kleiner ist als 360,1 Grad, auf LBL 1 springen! | 20 FN 12: IF + Q21<br>LT+ 360,100 GOTO LBL 1 |
| Die Ellipse ist vollständig bearbeitet, die Kontur wird verlassen | 21 L Y + 70,000<br>R F200 M |
| Anfahren der Werkzeugwechsel-Position | 22 TOOL CALL 0 Z S 0,000<br>23 L Z+ 20,000<br>R0 F15999 M<br>24 L X+70,000 Y+70,000<br>R F M05<br>25 STOP M |

Weitere Beispiele für die Parameter-Programmierung finden Sie in der Druckschrift "Programmierbeispiele". Bei Bedarf bitte anfordern!

## M 6) Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen

Im Programm können an beliebiger Stelle Programm-Marken (sog. Label-Nummern) zur Kennzeichnung von Unterprogrammen oder Programmteil-Wiederholungen gesetzt werden. Diese Marken dienen als Sprung-Adressen.

Ein Sprungbefehl auf eine Label-Nummer erreicht auch bei Programm-Änderungen (Einfügen oder Löschen von Sätzen) immer die richtige Programm-Stelle. Als Label-Nummer können die Zahlen 1 bis 254 verwendet werden. Die Label-Nummer 0 dient als Programm-Marke "Ende des Unterprogramms".

Soll ein Unterprogramm an verschiedenen Positionen abgearbeitet werden, so gibt es zwei Möglichkeiten der Programmierung:
- das Unterprogramm ausschließlich im Kettenmaß (mit inkrementalen Positions-Sollwerten) erstellen
  oder
- das Unterprogramm im Absolutmaß (mit absoluten Positions-Sollwerten) erstellen und mit einer Nullpunkt-Verschiebung (siehe Kapitel M 7.2.7) die verschiedenen Positionen anwählen.

### M 6.1) Setzen einer Label-Nummer [LBL SET]

Dialog-Eröffnung: Taste [LBL SET]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **LABEL-NUMMER ?** | Gewünschte Nummer eingeben; Taste [ENT] drücken. |

Dialog-Frage:
**LABEL-NUMMER ?**

Mögliche Eingabewerte: 0 – 254

Das Setzen einer Label-Nummer erfordert einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**LBL 10**

### M 6.2) Sprung auf eine Label-Nummer [LBL CALL]

Dialog-Eröffnung: Taste [LBL CALL]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **LABEL-NUMMER ?** | Label-Nummer, die aufgerufen werden soll, eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **WIEDERHOLUNG REP ?** | **Taste** [NO ENT] drücken, wenn die angewählte Programm-Marke ein **Unterprogramm** kennzeichnet oder **Anzahl der Wiederholungen** eingeben, wenn die angewählte Programm-Marke eine **Programmteil-Wiederholung** kennzeichnet;<br>Taste [ENT] drücken. |

Dialog-Frage:
**WIEDERHOLUNG REP ?**

Mögliche Eingabewerte: 1 – 65 534

Der Sprung auf eine Programm-Marke erfordert einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

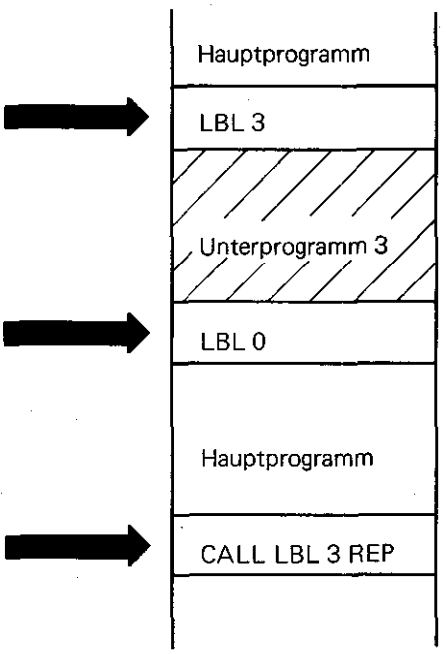
bei einem Unterprogramm-Aufruf: **CALL LBL 12 REP**
oder
bei einer Programmteil-Wiederholung: **CALL LBL 18 REP 10/10**

## M 6.3) Schematische Darstellung eines Unterprogramms

Der Beginn des Unterprogramms wird durch eine Programm-Marke (z.B. LBL 3) gekennzeichnet.

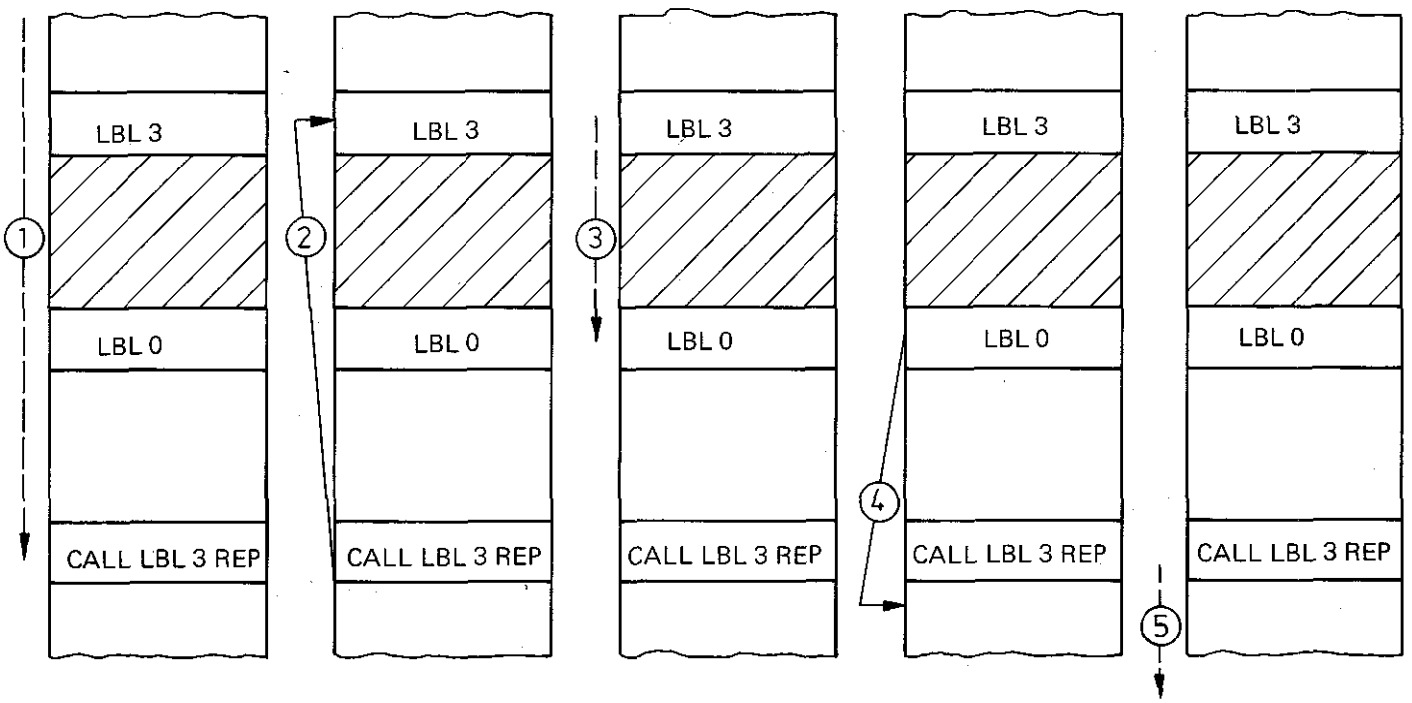
Das Ende des Unterprogramms wird durch die Programm-Marke LBL 0 gekennzeichnet.

Mit dem Unterprogramm-Aufruf kann dann von einem beliebigen Programmschritt aus das Unterprogramm aufgerufen werden (d.h. auf die betreffende Programm-Marke gesprungen werden); nach Abarbeiten des Unterprogramms wird das Hauptprogramm fortgesetzt.




Ein **Unterprogramm** kann durch einen Unterprogramm-Aufruf nur **einmal abgearbeitet** werden.

**Beschreibung des Programmablaufs:**

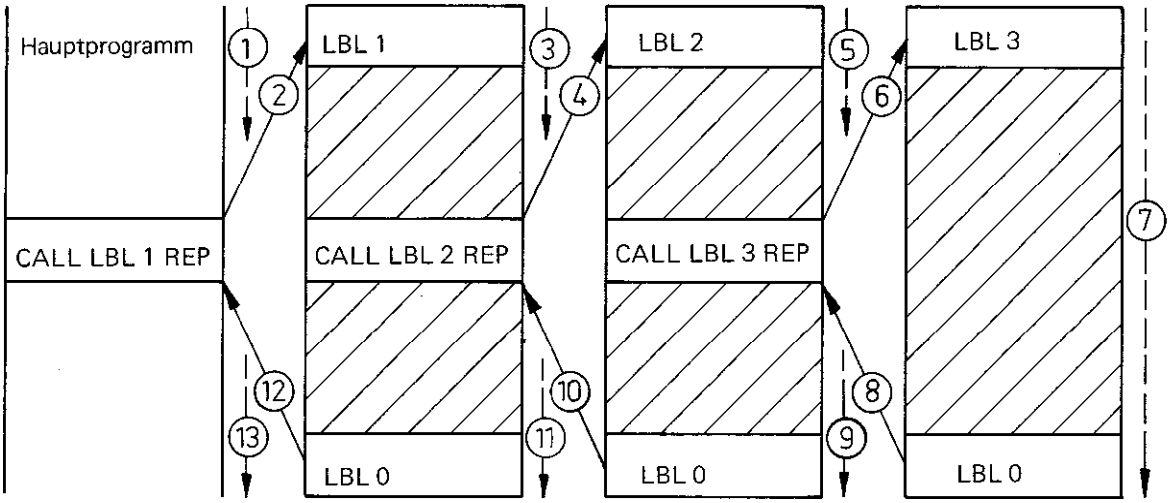



1. Das Bearbeitungsprogramm wird bis zum Unterprogramm-Aufruf abgearbeitet.
2. Jetzt erfolgt der Sprung zur aufgerufenen Programm-Marke.
3. Das Unterprogramm wird bis zum Unterprogramm-Ende (Label 0) abgearbeitet
4. Rücksprung zu dem Satz, der nach dem Unterprogramm-Aufruf steht.
5. Der normale Programmablauf wird fortgeführt.

**Schachtelung von Unterprogrammen**

Unterprogramme können bis zu 8-fach geschachtelt werden, d.h. bis zu acht verschiedene Unterprogramme können durch Sprungbefehle in den einzelnen Unterprogrammen miteinander verknüpft werden. Unterprogramme können auch Programmteil-Wiederholungen enthalten. Wird mehr als 8-fach geschachtelt, so erscheint die Fehleranzeige "ZU HOHE VERSCHACHTELUNG".

**Schematische Darstellung einer Unterprogramm-Schachtelung:**

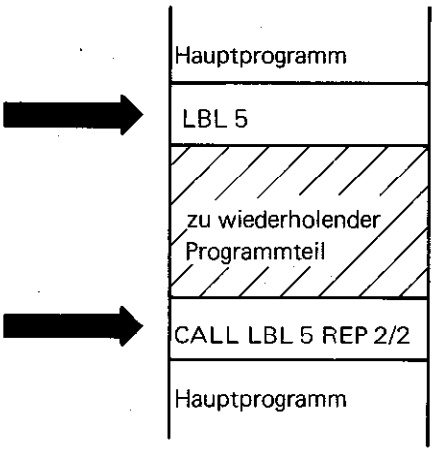



Unterprogramme dürfen sich nicht innerhalb eines Unterprogramms befinden.

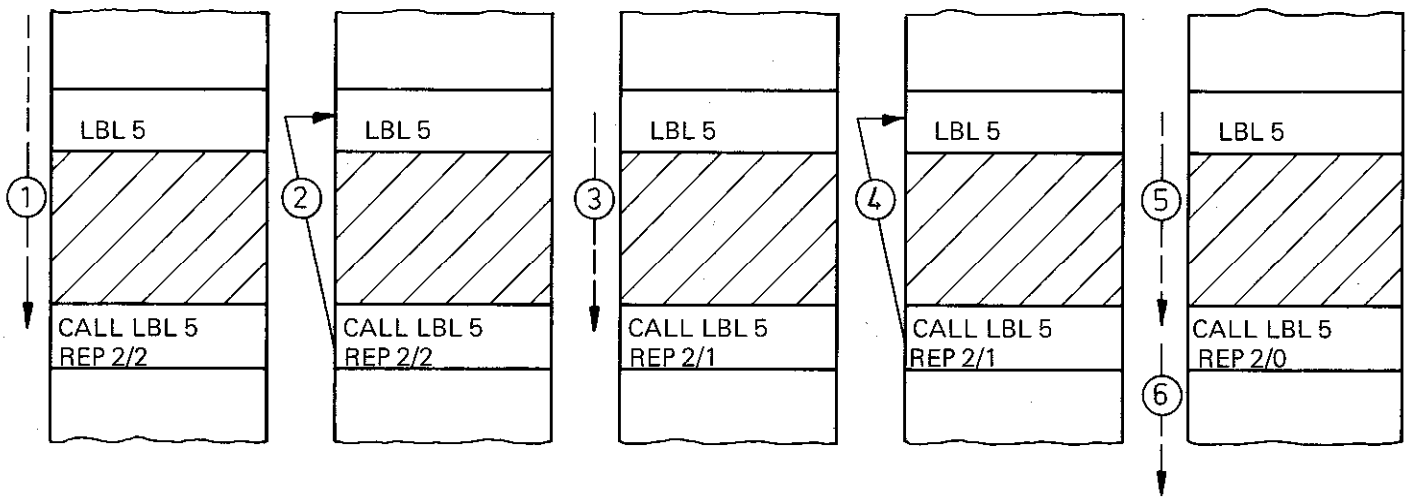
## M 6.4) Schematische Darstellung einer Programmteil-Wiederholung (Programm-Schleife)

Der Beginn des Programmteils, der wiederholt werden soll, wird durch eine Programm-Marke (z.B. LBL 5) gekennzeichnet.

Bei einer Programmteil-Wiederholung wird die Anzahl der Wiederholungen nach der Programm-Marke eingegeben. Maximal können 65534 Wiederholungen eingegeben werden.




**Beschreibung des Programmablaufs:**




1. Das Bearbeitungsprogramm wird bis zum Aufruf der Programmteil Wiederholung abgearbeitet. Als Beispiel sind zwei Wiederholungen programmiert: CALL LBL 5 REP 2/2; die Zahl nach dem Schrägstrich gibt die noch offenen Wiederholungen an.

2. Jetzt erfolgt der Rücksprung zur aufgerufenen Programm-Marke.

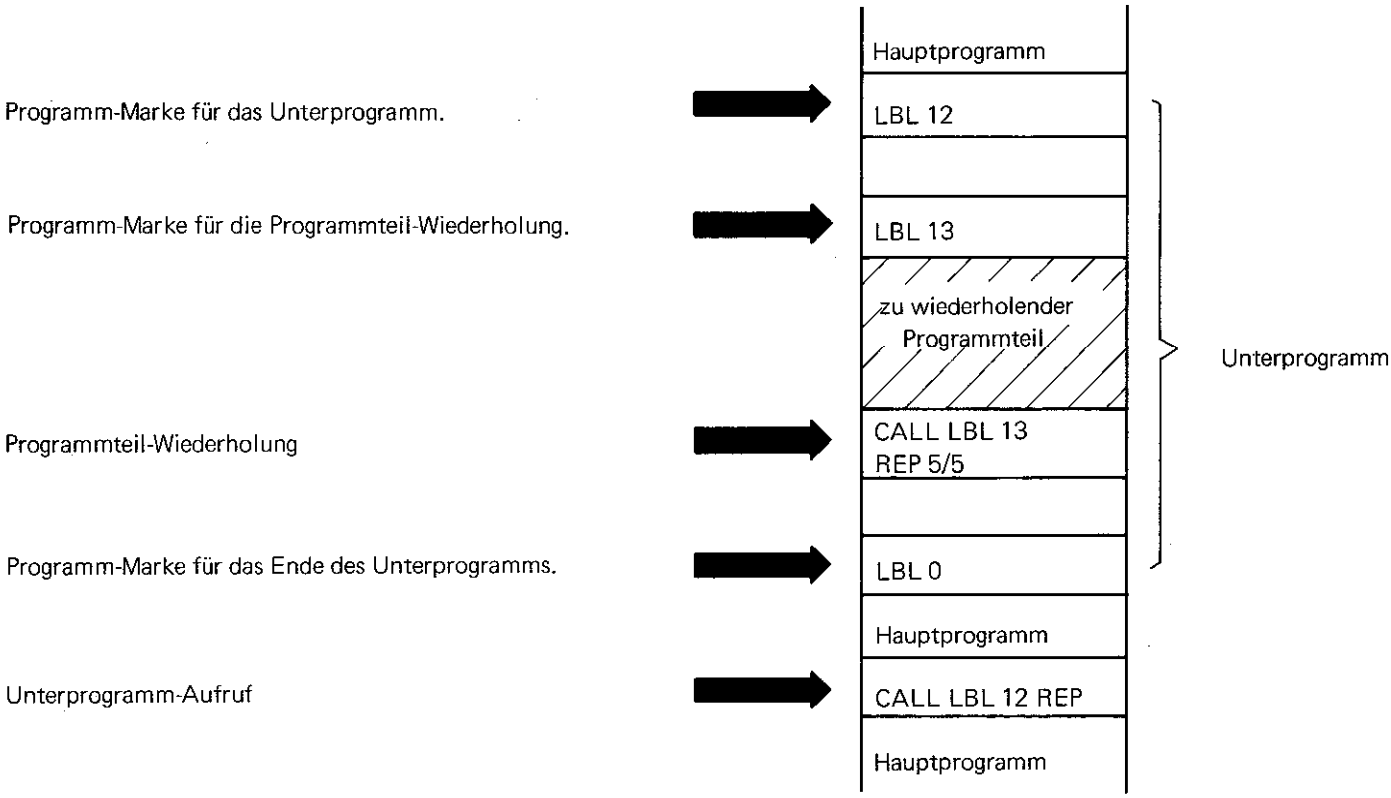
3. Der Programmteil wird wiederholt.
Befindet sich in dem zu wiederholenden Programmteil ein "Label 0", so wird diese Programm-Marke überlesen.

4. Erneuter Rücksprung zur Programm-Marke.

5. Nach der zweiten Wiederholung zeigt der Bildschirm an: CALL LBL 5 REP 2/0.

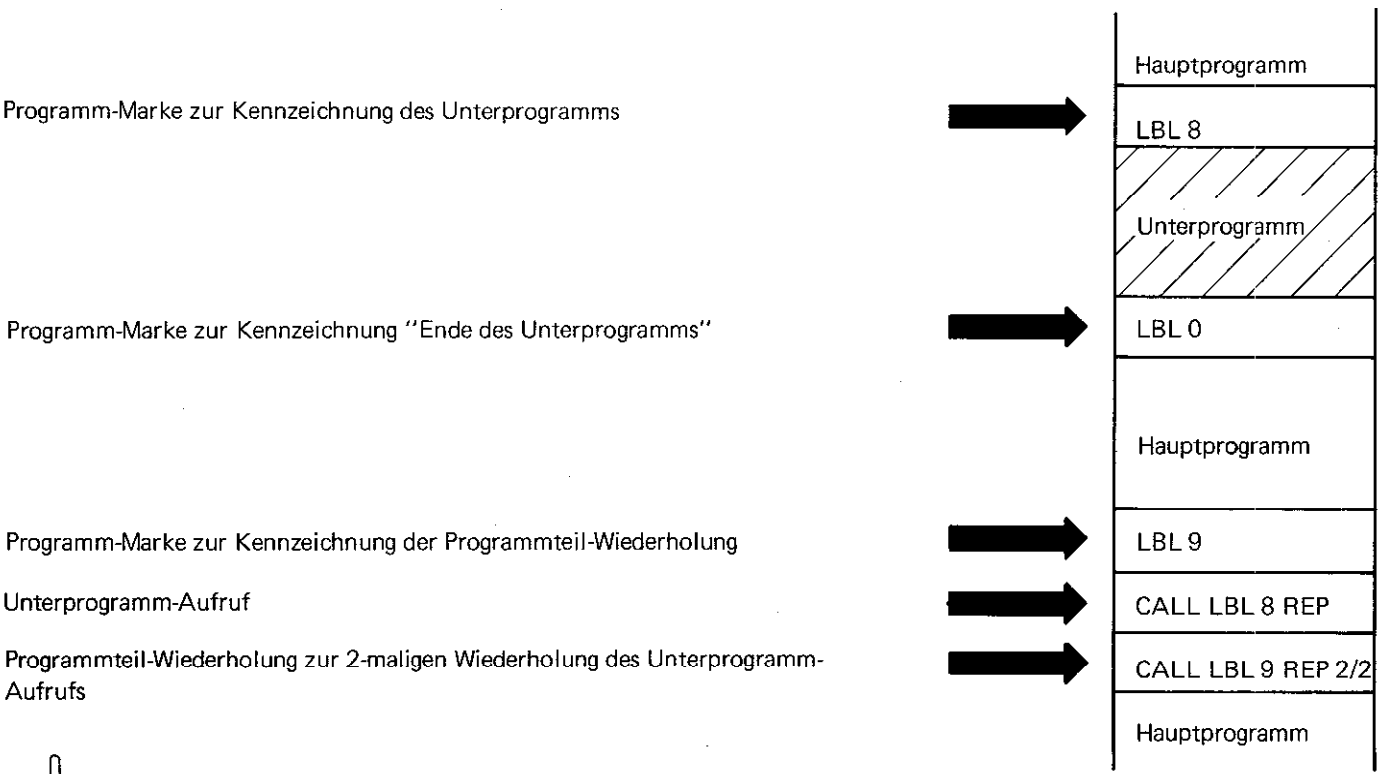
Sind alle programmierten Wiederholungen durchgeführt, wird der normale Programmablauf fortgeführt.

Eine **Programmteil-Wiederholung** kann auch **in einem Unterprogramm** programmiert werden.

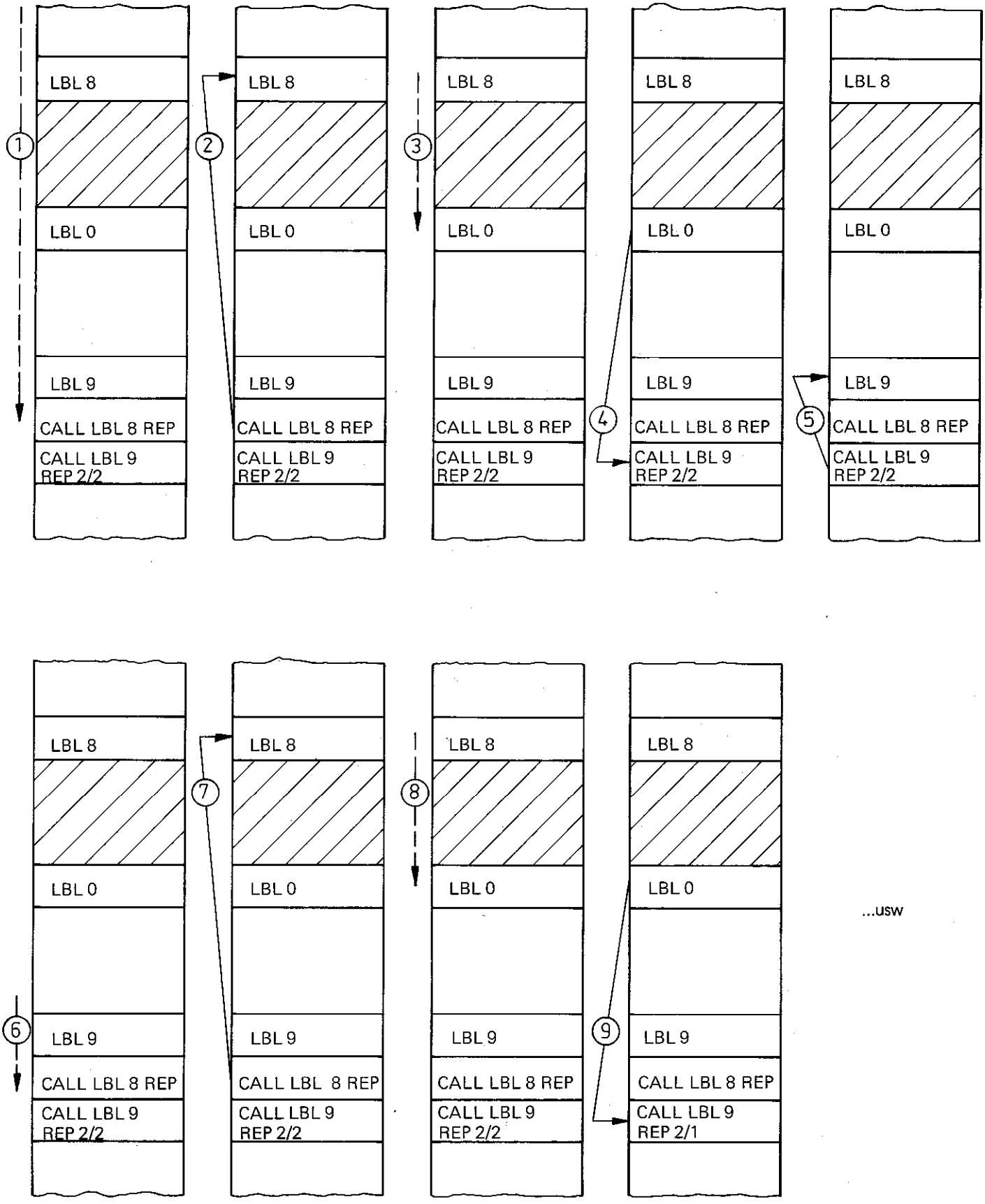



## M 6.5) Schematische Darstellung einer mehrfachen Unterprogramm-Wiederholung

Soll ein Unterprogramm mehrmals wiederholt werden, so ist nach folgendem Schema zu programmieren:




Wenn **zwei Wiederholungen** programmiert werden, wird das Unterprogramm insgesamt **dreimal ausgeführt.**


LBL 8
LBL 0
LBL 9
CALL LBL 8 REP
CALL LBL 9
REP 2/2
1
2
3
4
5
6
7
8
9
CALL LBL 9
REP 2/1
...usw

1. Das Bearbeitungsprogramm wird bis zum Unterprogramm-Aufruf abgearbeitet.

2. Rücksprung zur aufgerufenen Programm-Marke.

3. Abarbeiten des Unterprogramms.

4. Rücksprung zu dem Satz, der nach dem Programm-Aufruf steht.

5. Rücksprung zur Programm-Marke für die Programmteil-Wiederholung.

6. In der Programmteil-Wiederholung befindet sich der Unterprogramm-Aufruf.

7. Rücksprung zur aufgerufenen Programm-Marke.

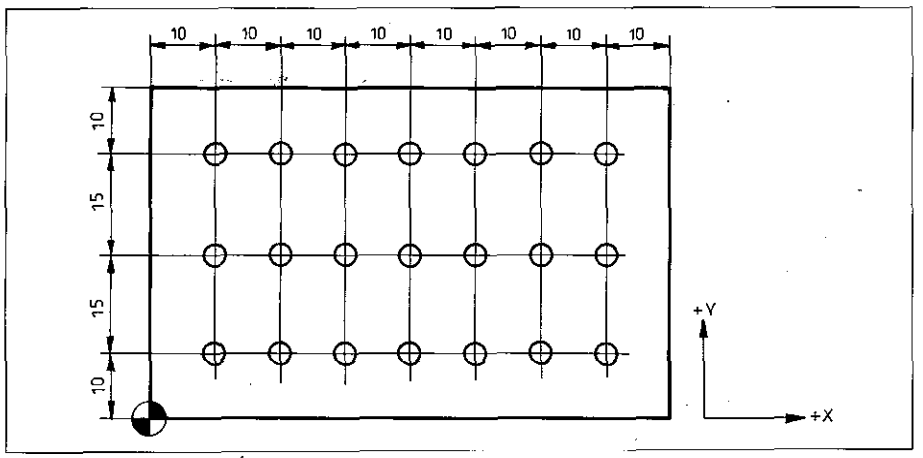
8. Abarbeiten des Unterprogramms.

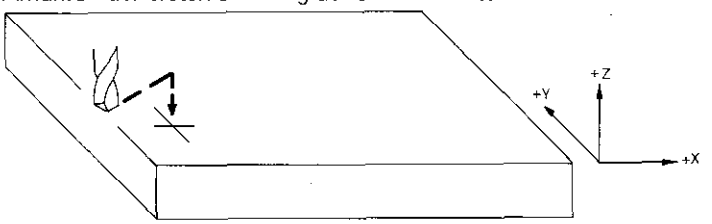
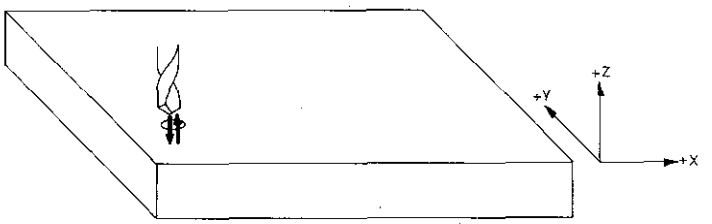
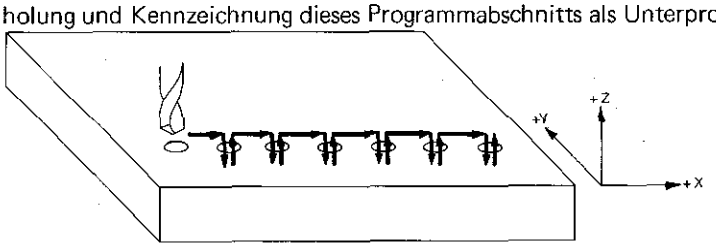
9. Rücksprung zu dem Satz, der nach dem Unterprogramm-Aufruf steht.

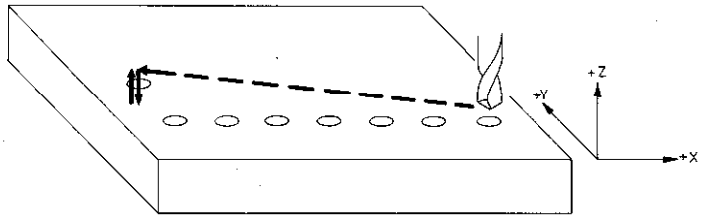
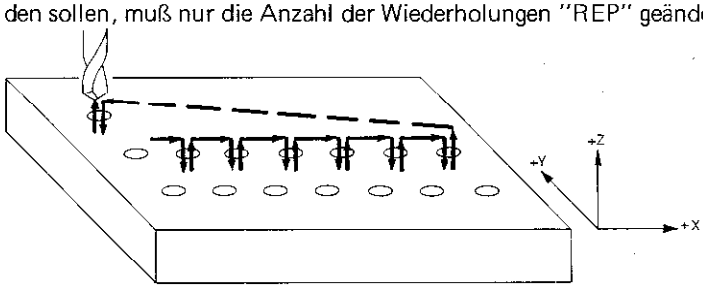
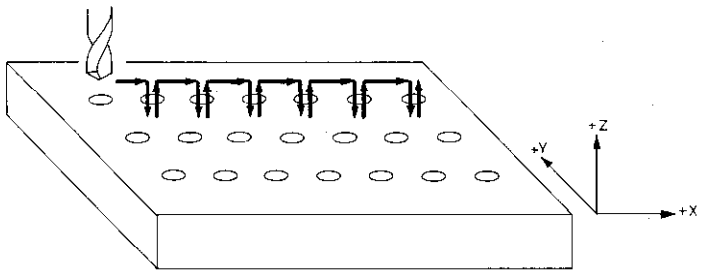
10. Dieser Programmablauf wiederholt sich so oft, bis alle Programmteil-Wiederholungen und dadurch alle Unterprogramm-Aufrufe durchgeführt wurden.

## M 6.6) Programmierung von Bohrbildern mit Unterprogrammen und Programmteil-Wiederholungen

Die Programmierung von Bohrbildern läßt sich durch Unterprogramme und Programmteil-Wiederholungen oft wesentlich vereinfachen. Das folgende Beispiel soll die Programmiertechnik veranschaulichen.




| Vorgang | Programmsatz-Anzeige |
|---|---|
| Werkzeug-Korrektur abwählen,<br><br>Werkzeugwechselposition anfahren,<br><br><br><br>Werkzeug-Definition und<br><br><br><br>Werkzeug-Aufruf | 1 TOOL CALL 0 Z<br>S 0,000<br>2 L Z + 20,000<br>R0 F15999 M05<br>3 L X –20,000 Y –20,000<br>R0 F15999 M<br>4 TOOL DEF 1 L . . .<br>R . . .<br>5 STOP<br>M<br>6 TOOL CALL 1 Z<br>S . . . |
| Definition des Bohrzyklus. | 7 CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN<br>8 CYCL DEF 1.1 ABST. – 2,000<br>9 CYCL DEF 1.2 TIEFE – 25,000<br>10 CYCL DEF 1.3 ZUSTLG – 3,000<br>11 CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0<br>12 CYCL DEF 1.5 F 200 |
| Anfahren der ersten Bohrung der ersten Reihe.<br>  <br> | 13 L X + 10,000 Y + 10,000<br>R0 F15999 M03<br>14 L Z + 2,000<br>R0 F15999 M |
| Bohren der ersten Bohrung.<br>  <br> | 15 CYCL CALL<br>M |
| Programmierung der ersten Reihe im Kettenmaß mit Programmteil-Wiederholung und Kennzeichnung dieses Programmabschnitts als Unterprogramm.<br>  <br> | 16 LBL 1<br>17 L I X + 10,000<br>R0 F15999 M<br>18 CYCL CALL<br>M<br>19 LBL CALL 1 REP 5/5<br>20 LBL 0 |

| Vorgang | Programmsatz-Anzeige |
|---|---|
| Anfahren der zweiten Bohrungsreihe (Die Y-Koordinate wird im Kettenmaß programmiert) und Bohren der ersten Bohrung dieser Reihe   | 21 L X + 10,000 I Y + 15,000<br>R0 F15999 M<br>22 CYCL CALL<br>M |
| Bohren der zweiten bzw. der folgenden Bohrungsreihen und der ersten Bohrung der letzten Bohrungsreihe (falls mehr als drei Reihen gebohrt werden sollen, muß nur die Anzahl der Wiederholungen "REP" geändert werden).   | 23 LBL CALL 1 REP 1/1 |
| Bohren der letzten Bohrungsreihe   | 24 LBL CALL 1 REP |
| Anfahren der Werkzeugwechsel Position | 25 TOOL CALL 0 Z S 0,000<br>26 L Z + 20,000<br>R0 F15999 M05<br>27 L X – 20,000 Y –20,000<br>R0 F15999 M |

## M 7) Zyklen

Die TNC 150 verfügt über fest vorprogrammierte Bearbeitungszyklen für bestimmte allgemein interessante, öfter wiederkehrende Arbeitsoperationen. Außerdem stehen zur Vereinfachung und Erleichterung der Programmierung bestimmte Koordinaten-Umrechnungen (Nullpunkt-Verschiebung, Spiegelung, Drehung des Koordinatensystems, Maßfaktor) zur Verfügung.
Schließlich wird noch eine Verweilzeit als Zyklus eingegeben.

**Übersicht:**

| | | |
|---|---|---|
| Zyklus 1 | = | Tiefbohren |
| Zyklus 2 | = | Gewindebohren |
| Zyklus 3 | = | Nutenfräsen |
| Zyklus 4 | = | Taschenfräsen |
| Zyklus 5 | = | Kreistasche |
| Zyklus 9 | = | Verweilzeit |
| Zyklus 7 | = | Nullpunkt |
| Zyklus 8 | = | Spiegeln |
| Zyklus 10 | = | Drehung des Koordinatensystems |
| Zyklus 11 | = | Maßfaktor |

Die Zyklen 9 = Verweilzeit, 7 = Nullpunkt, 8 = Spiegeln, 10 = Drehung des Koordinatensystems und 11 = Maßfaktor werden mit der Definition auch abgearbeitet; ein Zyklus-Aufruf mit der Taste CYCL CALL erübrigt sich. Alle übrigen Zyklen benötigen einen Zyklus-Aufruf.

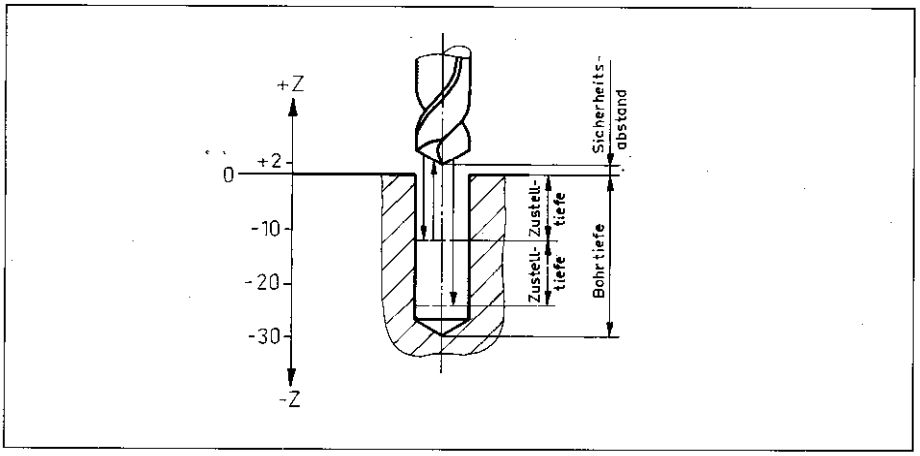
## M 7.1) Anwählen eines bestimmten Zyklus

(Blättern in der Zyklus-Bibliothek)
Der gewünschte Zyklus wird über die Tasten CYCL DEF und ↓ (die ggf. wiederholt zu Betätigen ist) ausgewählt, mit ENT übernommen und per Dialog definiert.

## M 7.2) Beschreibung der Zyklen

### M 7.2.1) Zyklus "Tiefbohren"

Voraussetzungen für diesen Bearbeitungszyklus :
.Vorausgehender Werkzeug-Aufruf (Bestimmung der Bohrachse und der Spindel-Drehzahl).
.Die Spindel-Drehrichtung muß durch einen vorausgehenden Satz festgelegt sein (M 03 oder M 04).
.Die Start-Position (Sicherheitsabstand) muß in einem vorausgehenden Positioniersatz angefahren werden.




**Beispiel:**

Sicherheitsabstand = — 2
(Wenn die Maschine inkremental um — 2 verfahren wird, berührt die Werkzeugspitze die Werkstück-Oberfläche beim Absolutwert 0).

Bohrtiefe = — 30

Zustelltiefe = — 12

1. Arbeitsgang: Bohren auf die Tiefe — 12 und Zurückziehen der Z-Achse auf die Position + 2 im Eilgang (dies ist zum Brechen des Bohrspans erforderlich).
2. Arbeitsgang: Im Eilgang auf die Position — 11,4* und mit Vorschub auf — 24 bohren, anschließend Zurückziehen der Z-Achse auf die Position + 2.
3. Arbeitsgang: Im Eilgang auf die Position — 23,4* und mit Vorschub auf — 30 bohren. Nach Erreichen der Bohrtiefe läuft die programmierte Verweilzeit ab (der Bohrer schneidet frei) und die Achse fährt anschließend im Eilgang zurück auf die Ausgangsposition + 2.

*Der Vorhalteabstand beim Erreichen der Zustelltiefe wird von der Steuerung automatisch berechnet.
.Bei einer Bohrtiefe bis 30 mm beträgt der Vorhalteabstand 0,6 mm.
.Bei einer Bohrtiefe größer 30 mm errechnet sich der Vorhalteabstand nach der Formel: $\frac{\text{Bohrtiefe}}{50}$, wobei aber der Maximalwert 7 mm beträgt.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↓] -Taste drücken

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 1 TIEFBOHREN** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **SICHERHEITS-ABSTAND ?** | Sicherheitsabstand mit Vorzeichen ** eingeben; Taste [ENT] drücken. Diese Position wurde bereits in einem vorhergehenden Positioniersatz angefahren. |
| **BOHRTIEFE ?** | Bohrtiefe mit Vorzeichen ** eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSTELL-TIEFE ?** | Zustelltiefe mit Vorzeichen ** eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VERWEILZEIT IN SEKUNDEN ?** | Verweilzeit zum Freischneiden des Bohrers eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F = . . .** | Vorschub eingeben; Taste [ENT] drücken. |

** Der Sicherheitsabstand, die Bohrtiefe und die Zustelltiefe müssen das gleiche Vorzeichen haben und im Kettenmaß angegeben werden.

Dialog-Frage:
**VERWEILZEIT IN SEKUNDEN ?**

Eingabebereich: 0 — 19 999,999 s
Der Zyklus "Tiefbohren" benötigt sechs Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

| | |
|---|---|
| **CYCL DEF 1.0 TIEFBOHREN** | |
| **CYCL DEF 1.1 ABST — 2,000** | Sicherheitsabstand |
| **CYCL DEF 1.2 TIEFE — 100,000** | Bohrtiefe |
| **CYCL DEF 1.3 ZUSTLG — 20,000** | Zustelltiefe |
| **CYCL DEF 1.4 V.ZEIT 0,000** | Verweilzeit |
| **CYCL DEF 1.5 F 80** | Vorschub |

## M 7.2.2) Zyklus "Gewindebohren"

Voraussetzungen für den Arbeitszyklus:
.Zum Schneiden des Gewindes ist ein Längenausgleichs-Futter erforderlich.
.Vorausgehender Werkzeug-Aufruf (Bestimmung der Bohrachse und Spindel-Drehzahl).
.Die Spindel-Drehrichtung muß durch einen vorangehenden Satz festgelegt sein. (M 03 für Rechtsgewinde / M 04 für Linksgewinde).
.Die Start-Position (Sicherheitsabstand) muß in einem vorausgehenden Positioniersatz angefahren werden.

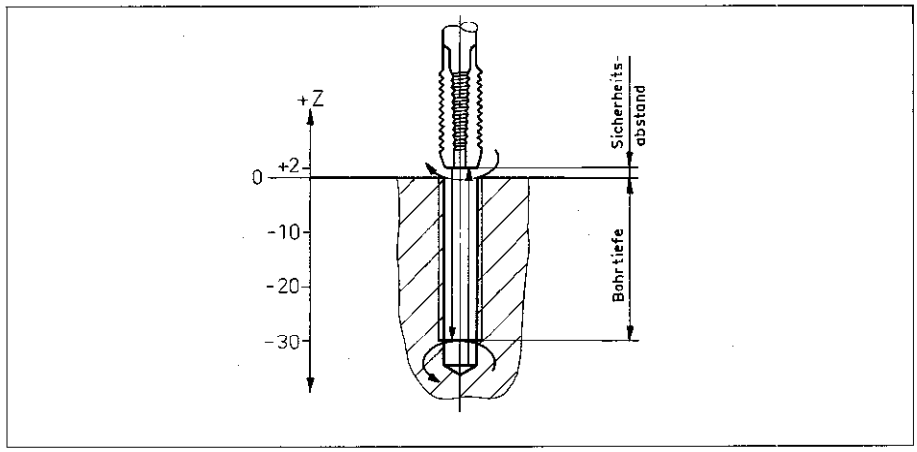
Errechnen des Vorschubwertes für die Zyklusdefinition "Gewindebohren" :

Vorschub [mm/min.] = Spindel-Drehzahl [U/min.] • Gewindesteigung [mm]

**Beispiel:**

Sicherheitsabstand = – 2

Bohrtiefe = – 30




Das Gewinde wird in **einem** Arbeitsgang geschnitten. Nachdem die Tiefe erreicht ist, wird die Drehrichtung der Hauptspindel automatisch nach Ablauf einer (in den Maschinen-Parametern) festgelegten Zeit in die entgegengesetzte Richtung geschaltet. Nach der programmierten Verweilzeit wird dann der Gewindebohrer wieder auf den Sicherheitsabstand zurückgezogen.

Wird der Zyklus "Gewindebohren" aufgerufen, so kann der programmierte Vorschub durch das Override-Potentiometer nur noch in einem begrenzten Bereich geändert werden. Die Bereichsgrenzen werden vom Maschinenhersteller durch Eingabe bestimmter Maschinen-Parameter festgelegt. Diese eingeschränkte Funktion des Override-Potentiometers ist aus Sicherheits-Gründen erforderlich.
Das Override-Potentiometer für die Spindeldrehzahl ist während des Zyklus nicht aktiv.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↓] Taste drücken bis der Zyklus "Gewindebohren" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 2 GEWINDEBOHREN** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **SICHERHEITS-ABSTAND ?** | Sicherheitsabstand mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. Diese Position wurde bereits in einem vorhergehenden Positioniersatz angefahren. |
| **BOHRTIEFE ?** | Bohrtiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VERWEILZEIT IN SEKUNDEN ?** | Verweilzeit zwischen Umkehr der Spindel-Drehrichtung und Rückzug des Gewindebohrers programmieren; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F = . . .** | Errechneten Vorschub eingeben; Taste [ENT] drücken. |

*Sicherheitsabstand und Bohrtiefe müssen das gleiche Vorzeichen haben und im Kettenmaß angegeben werden.

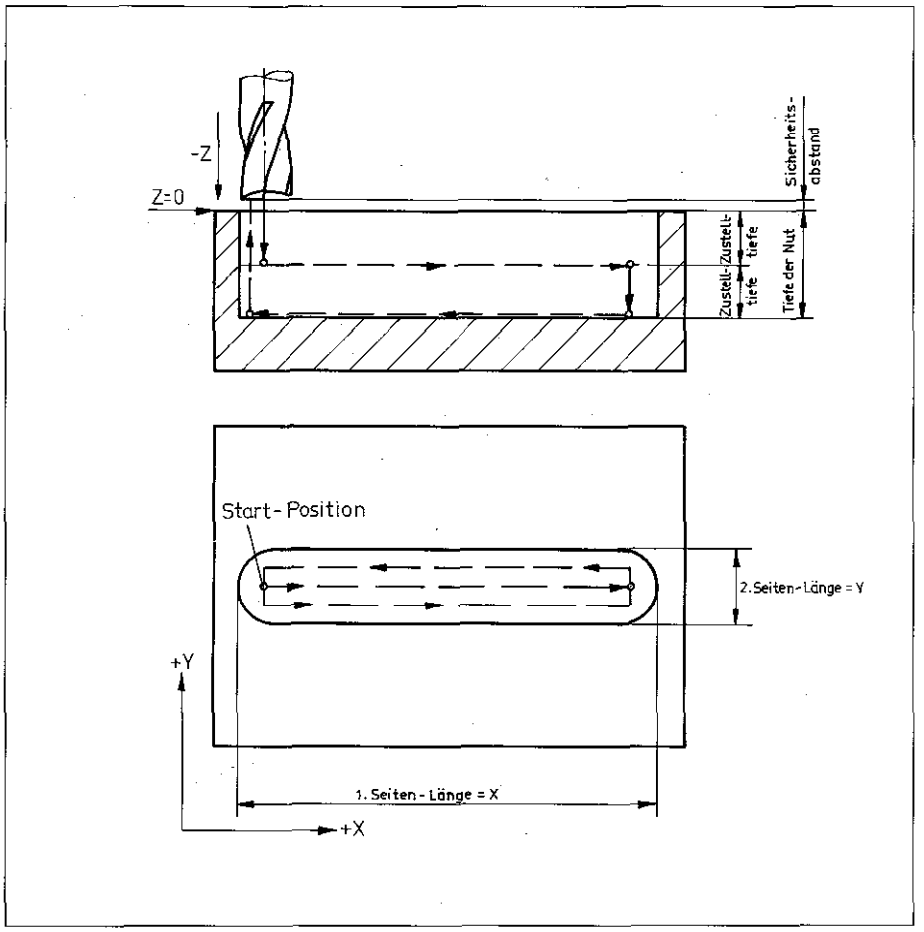
Der Zyklus "Gewindebohren" benötigt fünf Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

**CYCL DEF 2.0 GEWINDEBOHREN**
**CYCL DEF 2.1 ABST – 2,000** Sicherheitsabstand
**CYCL DEF 2.2 TIEFE – 30,000** Bohrtiefe
**CYCL DEF 2.3 V.ZEIT 0,000** Verweilzeit
**CYCL DEF 2.4 F 160** Vorschub

## M 7.2.3) Zyklus "Nutenfräsen" (Schrupp-/Schlichtzyklus)

Voraussetzungen für den Bearbeitungszyklus:
.Die Nut muß breiter sein als der Fräser-Durchmesser.
.Vorausgehender Werkzeug-Aufruf (Bestimmung der Spindelachse und Spindel-Drehzahl).
.Die Spindel-Drehrichtung muß durch einen vorangehenden Satz festgelegt sein (M 03 oder M 04).
.Die Start-Position (Anfangspunkt der Längsnut und Sicherheitsabstand) muß durch vorausgehende Sätze festgelegt sein.

**Arbeitsablauf:**




1. Schruppen : Der Fräser sticht mit programmierter Vorschubgeschwindigkeit in das Werkstück ein, bis er die erste Zustelltiefe erreicht hat. Anschließend wird der erste Schruppspan aus dem vollen Material genommen.
   Die zweite Zustellung wird am anderen Ende der Nut ausgeführt usw.

2. Schlichten : Der Fräser stellt jetzt den verbleibenden Schlichtspan seitlich zu und fährt die endgültige Kontur der Nut im Gleichlauf-Fräsen* noch einmal ab.

3. Zurückfahren zur Startposition : Das Werkzeug fährt im Eilgang zum Sicherheitsabstand zurück. Falls die Anzahl der Zustellungen ungeradzahlig war, wird die Start-Position durch ein zusätzliches Verfahren in Längsrichtung der Nut erreicht.

Der Anfangspunkt der Nut kann auf zwei Arten festgelegt werden:
1. Mit einem achsparallelen Positioniersatz (Dialog-Eröffnung: Taste [X] , [Y] oder [Z] ) mit Radiuskorrektur R+ bzw. R– durch Anfahren in Längsrichtung der Nut.

2. Mit einem Linear-Interpolationssatz (Dialog-Eröffnung: Taste [L] ) durch Anfahren der Nut quer zur Längsrichtung mit Radiuskorrektur RR bzw. RL und durch Abwählen der Radiuskorrektur mit der Zusatzfunktion M 98.

* Die Bezeichnung "Gegenlauf" und "Gleichlauf-Fräsen" beziehen sich auf rechtsdrehende Werkzeuge.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↓] -Taste drücken bis der Zyklus "Nutenfräsen" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 3 NUTENFRAESEN** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **SICHERHEITS-ABSTAND ?** | Sicherheitsabstand mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. Diese Position wurde bereits in einem vorhergehenden Positioniersatz angefahren. |
| **FRAESTIEFE ?** | Frästiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSTELL-TIEFE ?** | Zustelltiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG ?** | Vorschub zum Einstechen in das Werkstück eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **1. SEITEN-LAENGE ?** | Der Zahlenwert für die Längsrichtung der Nut wird vorzeichenrichtig programmiert (da festgelegt werden muß, in welcher Richtung vom Ausgangspunkt aus gesehen, die Nut liegt). |
| **2. SEITEN-LAENGE ?** | Die Breite der Nut wird immer mit positivem Vorzeichen programmiert. |
| **VORSCHUB ? F = . . .** | Vorschub zum Fräsen der Nut eingeben. |

*Sicherheitsabstand, Frästiefe und Zustelltiefe müssen das gleiche Vorzeichen haben und im Kettenmaß angegeben werden.

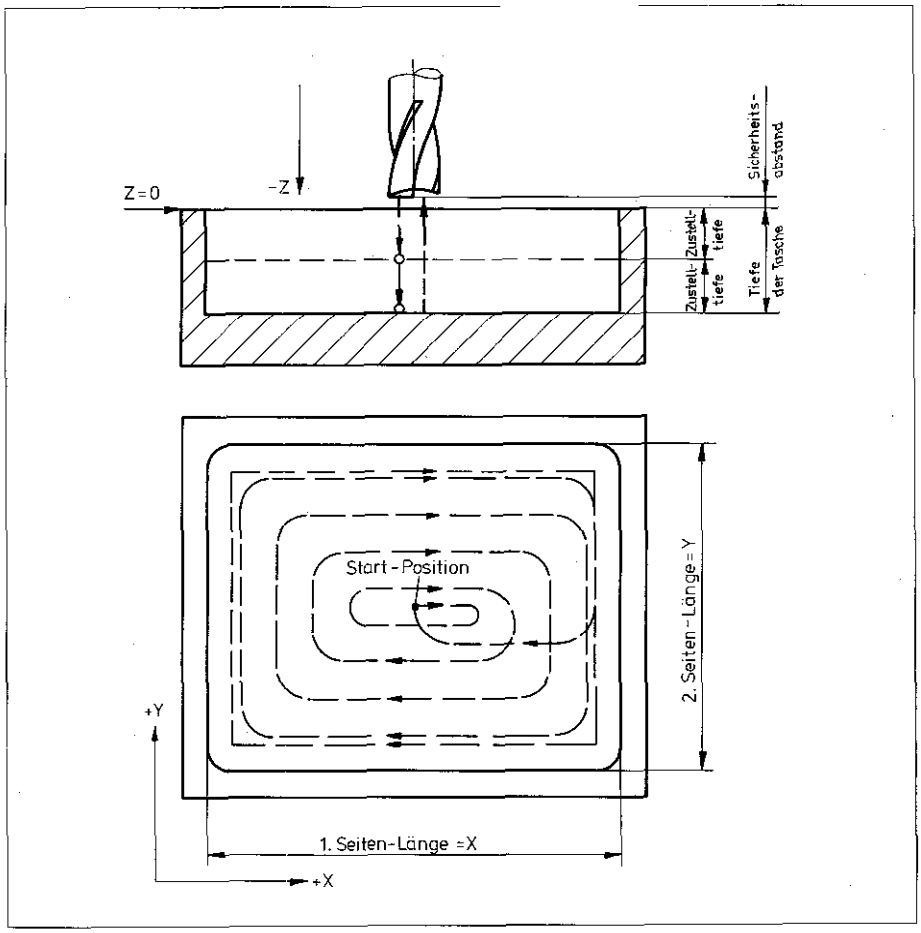
Der Zyklus "Nutenfräsen" benötigt sieben Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

| | |
|---|---|
| **CYCL DEF 3.0 NUTENFRAESEN** | |
| **CYCL DEF 3.1 ABST – 2,000** | Sicherheitsabstand |
| **CYCL DEF 3.2 TIEFE – 40,000** | Frästiefe |
| **CYCL DEF 3.3 ZUSTLG – 20,000** | Zustelltiefe |
| **F 80** | Vorschub zum Einstechen |
| **CYCL DEF 3.4 X + 80,000** | Länge der Nut |
| **CYCL DEF 3.5 Y + 20,000** | Breite der Nut |
| **CYCL DEF 3.6 F 100** | Vorschub |

## M 7.2.4) Zyklus "Taschenfräsen" (Schruppzyklus)

Voraussetzungen für den Bearbeitungszyklus:
.Vorausgehender Werkzeug-Aufruf (Bestimmung der Spindelachse und Spindel-Drehzahl).
.Die Spindel-Drehrichtung muß durch einen vorangehenden Satz festgelegt sein.
.Die Start-Position (das Zentrum der Tasche und der Sicherheitsabstand) muß durch vorausgehende Sätze festgelegt sein.

**Arbeitsablauf:**




Der Fräser beschreibt nach dem Einstechen in das Werkstück die eingezeichnete Bahn (wahlweise Gegenlauf- oder Gleichlauf-Fräsen), die parallel zu den Begrenzungskanten der Tasche verläuft und maximal um den Betrag K* · R (R = Fräserradius) zu den Begrenzungskanten hin zugestellt wird.
Wenn die Tasche wegen zu hoher Schnittkraft nicht in einer Zustellung in der Werkzeug-Achse gefräst werden kann, ist die Zustelltiefe festzulegen.

Der Fräsvorgang wiederholt sich, bis die Frästiefe erreicht ist.

Der Zyklus "Taschenfräsen" ist ein Schruppzyklus; soll anschließend geschlichtet werden, ist das Schlichten der Tasche getrennt zu programmieren.

*Der Faktor K wird vom Maschinen-Hersteller über einen Maschinen-Parameter festgelegt und kann zwischen 0,001 und 1,414 liegen.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↓] -Taste drücken bis der Zyklus "Taschenfräsen" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 4 TASCHENFRAESEN** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **SICHERHEITS-ABSTAND ?** | Sicherheitsabstand mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken.<br>Diese Position wurde bereits in einem vorhergehenden Positioniersatz angefahren. |
| **FRAESTIEFE ?** | Frästiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSTELL-TIEFE ?** | Zustelltiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG** | Vorschub zum Einstechen in das Werkstück eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **1. SEITEN-LAENGE ?** | 1. Seitenlänge mit positivem Vorzeichen eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **2. SEITEN-LAENGE ?** | 2. Seitenlänge mit positivem Vorzeichen eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F = . . .** | Vorschub zum Fräsen der Tasche eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR– ?** | Durch Drücken der Vorzeichenwechsel-Taste<br>Drehung im Uhrzeigersinn DR– (Gegenlauf-Fräsen)<br>oder<br>Drehung im Gegenuhrzeigersinn DR+ (Gleichlauf-Fräsen) eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

*Sicherheitsabstand, Frästiefe und Zustelltiefe müssen das gleiche Vorzeichen haben und im Kettenmaß angegeben werden.

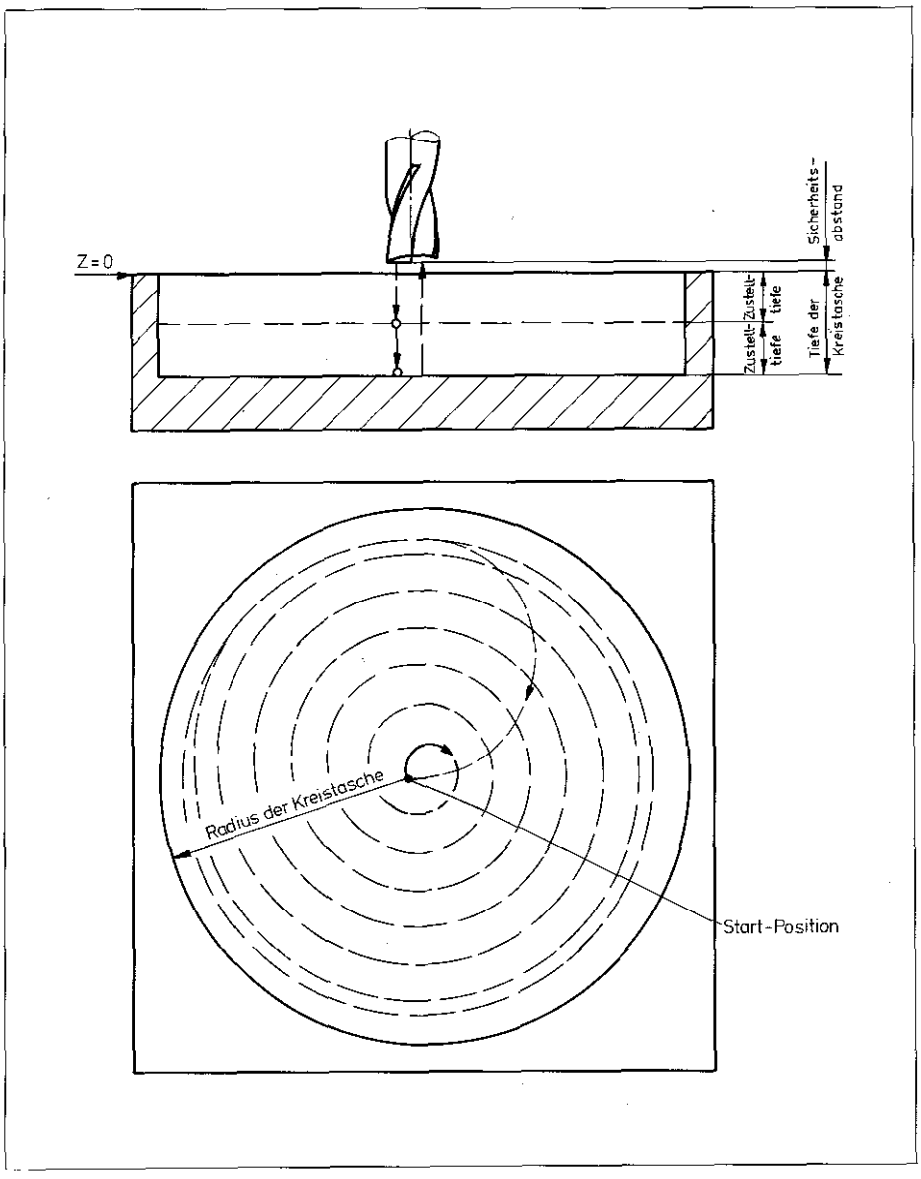
Der Zyklus "Taschenfräsen" benötigt sieben Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

| | |
|---|---|
| **CYCL DEF 4.0 TASCHENFRAESEN** | |
| **CYCL DEF 4.1 ABST – 2,000** | Sicherheitsabstand |
| **CYCL DEF 4.2 TIEFE – 30,000** | Frästiefe |
| **CYCL DEF 4.3 ZUSTLG – 10,000** | Zustelltiefe |
| **F 80** | Vorschub zum Einstechen |
| **CYCL DEF 4.4 X + 80,000** | 1. Seitenlänge |
| **CYCL DEF 4.5 Y + 40,000** | 2. Seitenlänge |
| **CYCL DEF 4.6 F 100 DR+** | Vorschub / Drehrichtung |

## M 7.2.5) Zyklus "Kreistasche" (Schruppzyklus)

Voraussetzungen für den Bearbeitungszyklus:
.Vorausgehender Werkzeug-Aufruf (Bestimmung der Spindelachse und Spindel-Drehzahl).
.Die Spindel-Drehrichtung muß durch einen vorausgehenden Satz festgelegt sein (M 03 oder M 04).
.Die Start-Position (das Zentrum der Kreistasche und der Sicherheitsabstand) muß durch vorausgehende Sätze festgelegt sein.

**Arbeitsablauf:**




Der Fräser beschreibt nach dem Einstechen in das Werkstück eine Bahn, die – wie eingezeichnet – spiralförmig mit der Zustellung K* · R (R = Fräserradius) nach außen verläuft (wahlweise Gegenlauf- oder Gleichlauf-Fräsen).
Kann die Tasche wegen zu hoher Schnittkraft nicht in einer Zustellung in der Werkzeug-Achse gefräst werden, ist die Zustelltiefe festzulegen.

Der Fräsvorgang wiederholt sich, bis die Frästiefe erreicht wird.

Der Zyklus Kreistasche ist ein Schruppzyklus; soll anschließend geschlichtet werden, ist das Schlichten der Tasche getrennt zu programmieren.

*Der Faktor K wird vom Maschinen-Hersteller durch einen Maschinen-Parameter festgelegt und kann zwischen 0,001 und 1,414 liegen.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↓]-Taste drücken bis der Zyklus "Kreistasche" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 5 KREISTASCHE** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **SICHERHEITS-ABSTAND ?** | Sicherheitsabstand mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken.<br>Diese Position wurde bereits in einem vorhergehenden Positioniersatz angefahren. |
| **FRAESTIEFE ?** | Frästiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSTELL-TIEFE ?** | Zustelltiefe mit Vorzeichen * eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB TIEFENZUSTELLUNG ?** | Vorschub zum Einstechen in das Werkstück eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **KREISRADIUS?** | Kreistaschen-Radius eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F = . . .** | Vorschub zum Fräsen der Kreistasche eingeben. |
| **DREHUNG IM UHRZEIGERSINN: DR– ?** | Durch Drücken der Vorzeichenwechsel-Taste:<br>Drehung im Uhrzeigersinn DR– (Gegenlauf-Fräsen)<br>oder<br>Drehung im Gegenuhrzeigersinn DR+ (Gleichlauf-Fräsen) eingeben;<br>Taste [ENT] drücken. |

*Sicherheitsabstand, Frästiefe und Zustelltiefe müssen das gleiche Vorzeichen haben und im Kettenmaß angegeben werden.

Dialog-Frage:
**KREISRADIUS?**

Mögliche Eingabewerte: 0 – 19 999,999

Der Zyklus "Kreistasche" benötigt sechs Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

| | |
|---|---|
| **CYCL DEF 5.0 KREISTASCHE** | |
| **CYCL DEF 5.1 ABST – 2,000** | Sicherheitsabstand |
| **CYCL DEF 5.2 TIEFE – 60,000** | Frästiefe |
| **CYCL DEF 5.3 ZUSTLG – 20,000 F 80** | Zustelltiefe<br>Vorschub zum Einstechen |
| **CYCL DEF 5.4 RADIUS 120,000** | Radius |
| **CYCL DEF 5.5 F 100 DR–** | Vorschub / Drehrichtung |

## M 7.2.6) Zyklus "Verweilzeit"

Als Verweilzeit wird ein zeitlich definierter Stillstand während des Programmablaufs festgelegt (z.B. zum Freischneiden).
Eingabefeinheit: 0,001 s; Eingabebereich 0 . . . 19 999,99 s

Es wird kein Zyklus-Aufruf benötigt.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↑]-Taste drücken bis der Zyklus "Verweilzeit" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 9 VERWEILZEIT** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **VERWEILZEIT IN SEKUNDEN ?** | Gewünschte Verweilzeit eingeben. |

Der Zyklus "Verweilzeit" benötigt zwei Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

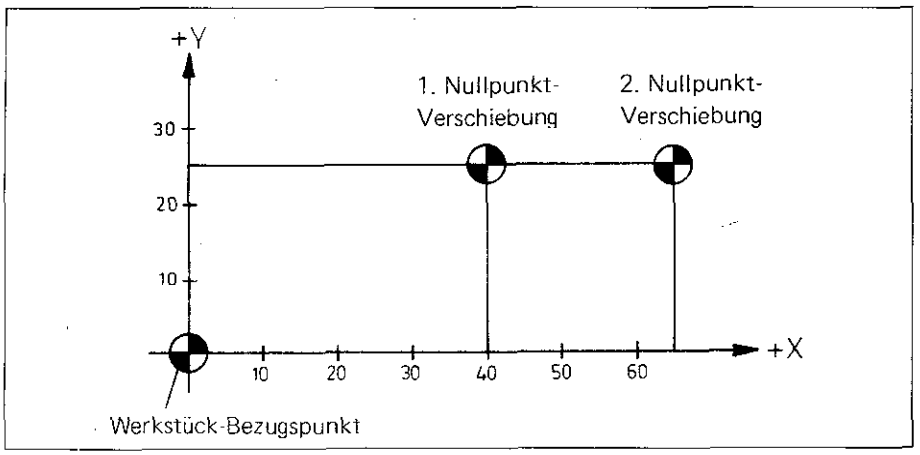
| | |
|---|---|
| **CYCL DEF 9.0 VERWEILZEIT** | |
| **CYCL DEF 9.1 V.ZEIT 10,000** | Verweilzeit |

## M 7.2.7) Zyklus "Nullpunkt"

Dieser Zyklus ermöglicht das Verschieben des Werkstück-Nullpunktes **in allen vier Achsen** im Absolut- oder Kettenmaß.
**Für den Programmteil, der nach dem Zyklus programmiert wird, gilt der neue Nullpunkt.** Der durch Istwert-Setzen festgelegte Werkstück-Bezugspunkt bleibt erhalten.

Es wird kein Zyklus-Aufruf benötigt.

**Beispiel:** Nullpunkt-Verschiebung in der X-Y-Ebene




**Eingabewerte**

**1. Nullpunkt-Verschiebung:**
X 40,000
Y 25,000
Z 0,000
C 0,000

**2. Nullpunkt-Verschiebung:**
I X 25,000

Das **Löschen der Nullpunkt-Verschiebung** (d.h. die Positions-Sollwerte beziehen sich wieder auf den gesetzten Werkstück-Bezugspunkt) geschieht durch

.Eingabe einer **Nullpunkt-Verschiebung mit den Koordinaten: X 0.000, Y 0.000, Z 0.000 und C 0,000**
oder durch
.Programmierung der Zusatzfunktion M 02 oder M 30 (nur möglich, falls der Maschinen-Parameter 173 vom Maschinen-Hersteller entsprechend gesetzt wurde).

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↑] -Taste drücken bis der Zyklus "Nullpunkt" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 7 NULLPUNKT** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen |
| **VERSCHIEBUNG ?** | Verschiebung absolut oder inkremental eingeben:<br>.ggf. Taste [I] drücken<br>.1. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,<br>.2. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,<br>.3. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben,<br>.4. Achstaste drücken und Zahlenwert eingeben<br>.Taste [ENT] bzw. [END] drücken (siehe Kapitel G 2). |

Der Zyklus "Nullpunkt" benötigt zwei bis fünf Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

**CYCL DEF 7.0 NULLPUNKT**
**CYCL DEF 7.1 X + 20,000** Verschiebung X-Achse
**CYCL DEF 7.2 Y + 40,000** Verschiebung Y-Achse
**CYCL DEF 7.3 Z + 10,000** Verschiebung Z-Achse
**CYCL DEF 7.4 C + 90,000** Verschiebung C-Achse

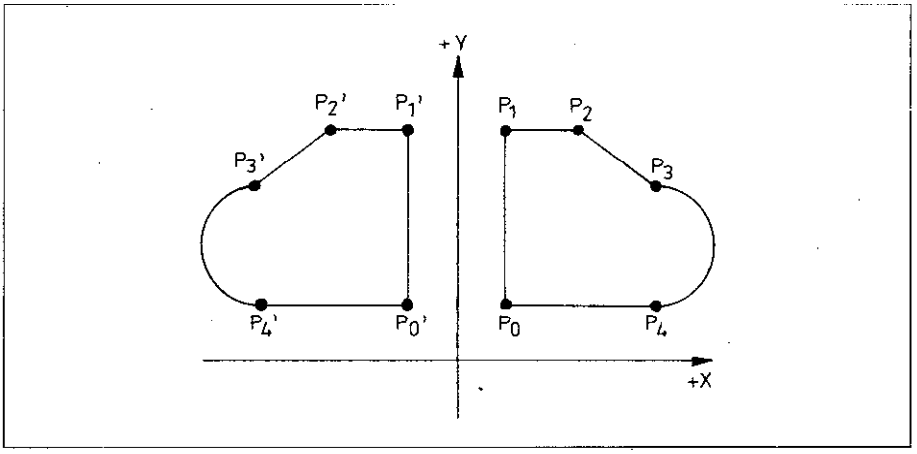
## M 7.2.8) Zyklus "Spiegeln"

Dieser Zyklus ermöglicht das Spiegeln einer Kontur in der Bearbeitungsebene. **Gespiegelt wird jener Programmteil, der nach dem Zyklus programmiert ist.** Auch das gleichzeitige Spiegeln in zwei Achsen ist möglich.
Beim Spiegeln werden die programmierten Koordinaten der gespiegelten Achsen mit "–1" multipliziert.

.Die Werkzeugachse kann nicht gespiegelt werden (Fehlermeldung: WERKZEUG-ACHSE GESPIEGELT).
.Es wird kein Zyklus-Aufruf benötigt.

**Beispiel:** Spiegeln der X-Achse

Die Punkte $P_0$ bis $P_4$ sind die Positions-Sollwerte einer programmierten Kontur. Wird die X-Achse gespiegelt, dann werden automatisch die Vorzeichen aller X-Koordinaten umgekehrt, so daß die gespiegelte Kontur mit den Punkten $P_0'$ bis $P_4'$ entsteht.




Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↑] -Taste drücken bis der Zyklus "Spiegeln" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 8 SPIEGELN** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **GESPIEGELTE ACHSE ?** | Spiegeln eingeben:<br>.1. Achstaste drücken,<br>.2. Achstaste drücken,<br>.Taste [NO ENT] oder [END] drücken (siehe Kapitel G 2). |

**Aufheben einer Spiegelung:**
Eine Spiegelung wird aufgehoben durch

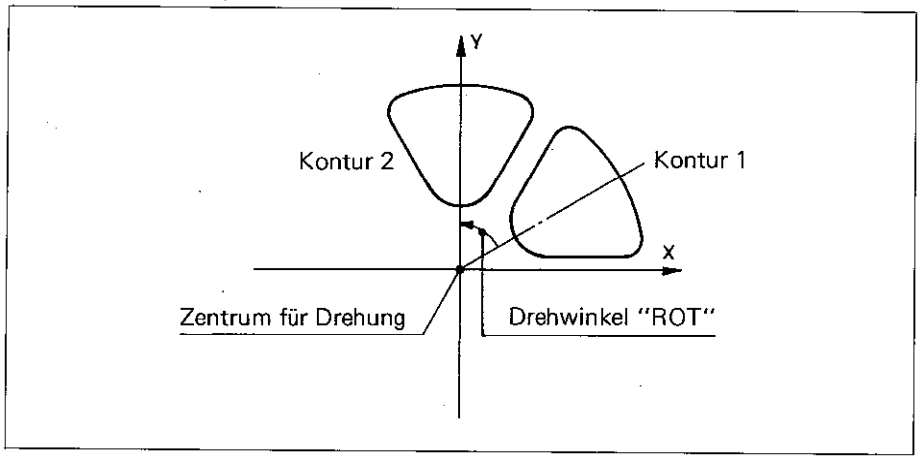
.Programmierung des Zyklus "Spiegeln" und Beantwortung der Dialog-Frage mit der Taste [NO ENT]
oder durch
.Programmierung der Zusatzfunktion M 02 oder M 30 (nur möglich, falls der Maschinen-Parameter 173 vom Maschinen-Hersteller entsprechend gesetzt wurde).

Der Zyklus "Spiegeln" benötigt zwei Programmsätze. Beim "Blättern" im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

**CYCL DEF 8.0 SPIEGELN**
**CYCL DEF 8.1 X Y** Spiegelungs-Achse

## M 7.2.9) Zyklus "Drehung des Koordinatensystems"

Dieser Arbeitszyklus ermöglicht die Drehung einer Kontur in der Bearbeitungsebene um einen bestimmten Winkel. Gedreht wird jener Programmteil, der nach dem Zyklus programmiert ist.




**Beispiel:**

Programmiert wird die Kontur 1.
Die Kontur 2 wird mit Hilfe des Zyklus "Drehung" erstellt.

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↑] -Taste drücken bis der Zyklus "Drehung" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 10 DREHUNG** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen. |
| **DREHWINKEL ?** | Drehwinkel eingeben und Taste [ENT] drücken. (Eingabebereich: $0^{o}$ – $360^{o}$) |

**Aufheben einer "Drehung":**

Eine Drehung wird aufgehoben durch:

.Programmierung des Drehwinkels $0^{o}$
oder durch
.Programmierung der Zusatzfunktion M02 oder M30 (nur möglich, falls der Maschinen-Parameter 173 vom Maschinen-Hersteller entsprechend gesetzt wurde).

Der Zyklus "Drehung" benötigt zwei Programmsätze. Beim Blättern im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

**CYCL DEF 10.0 DREHUNG**
**CYCL DEF 10.1 ROT + 20,000**

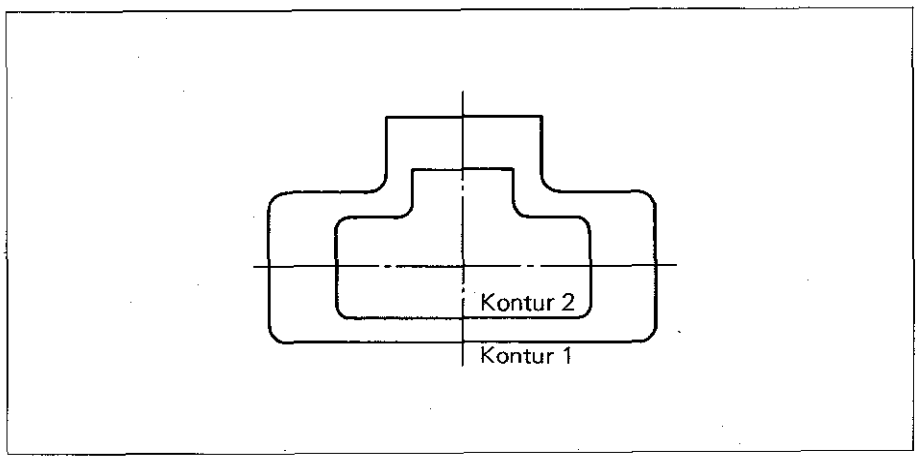
## M 7.2.10) Zyklus "Maßfaktor"

Dieser Zyklus ermöglicht das geometrisch ähnliche Vergrößern oder Verkleinern einer Kontur. Mit dem Maßfaktor werden die Koordinaten die nach dem Zyklus programmiert sind, entweder
in der Bearbeitungsebene
oder
in den drei Hauptachsen multipliziert –
abhängig von den eingegebenen Maschinen-Parametern.

Die Steuerung kann also Schrumpfmaße berücksichtigen; bei ähnlichen Formen auf einem Werkstück genügt es andererseits die Form nur einmal zu programmieren.

**Beispiel:**

Programmiert wird die Kontur 1.
Die Kontur 2 wird mit Hilfe des Zyklus "Maßfaktor" erstellt.




Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL DEF] und [↑] -Taste drücken bis der Zyklus "Maßfaktor" erscheint.

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **CYCL DEF 11 MASSFAKTOR** | Zyklus durch Drücken der Taste [ENT] übernehmen |
| **FAKTOR** | Gewünschten Maßfaktor eingeben und Taste [ENT] drücken.<br>Eingabebereich: 0,000000 – 99,999999<br>Eingabefeinheit: 0,000001 |

**Aufheben des Zyklus "Maßfaktor"**

Der Zyklus Maßfaktor wird aufgehoben durch:

.Programmierung des Maßfaktors 1
oder durch
.Programmierung der Zusatzfunktion M02 oder M30 (nur möglich falls der Maschinen-Parameter 173 vom Maschinen-Hersteller entsprechend gesetzt wurde).

Der Zyklus "Maßfaktor" benötigt zwei Programmsätze. Beim Blättern im Programm erscheinen folgende Sätze in der Dialog-Anzeige:

**CYCL DEF 11.0 MASSFAKTOR**
**CYCL DEF 11.1 SCL 0,980000**

## M 7.3) Zyklus-Aufruf [CYCL CALL]

Für den Zyklus-Aufruf gibt es zwei Mögichkeiten:

1. Programmierung eines "CYCL CALL"-Satzes

Dialog-Eröffnung: Taste [CYCL CALL]

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **ZUSATZ–FUNKTION M ?** | Ggf. Zusatzfunktion eingeben; Taste [ENT] drücken<br>oder<br>falls keine Zusatzfunktion gewünscht wird; Taste [NO ENT] drücken. |

Der Zyklus-Aufruf benötigt nur einen Programmsatz:

**CYCL CALL**

**M 03**

2. Programmierung über die Zusatzfunktion **M 99** : siehe Kapitel F 2.

**Beispiel:**

L X + 70,000 Y + 45,000
R0 F 15999 M 99

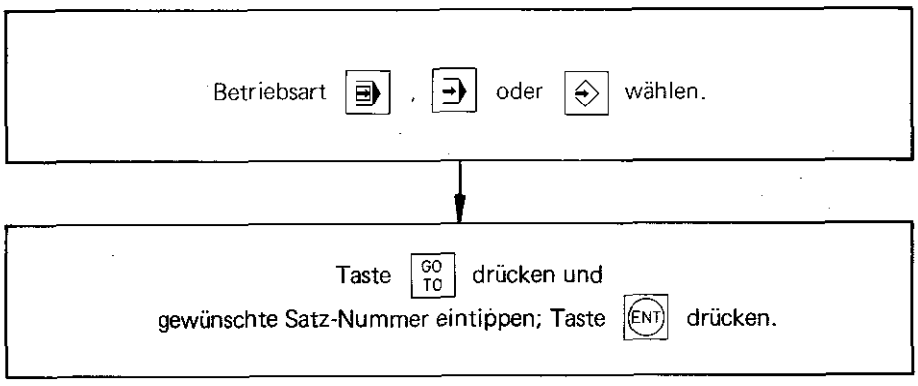
Der Zyklus-Aufruf ist nicht erforderlich bei den Zyklen 7 = Nullpunkt
8 = Spiegeln
9 = Verweilzeit
10 = Drehung
11 = Maßfaktor

Alle anderen Arbeitszyklen müssen aufgerufen werden.

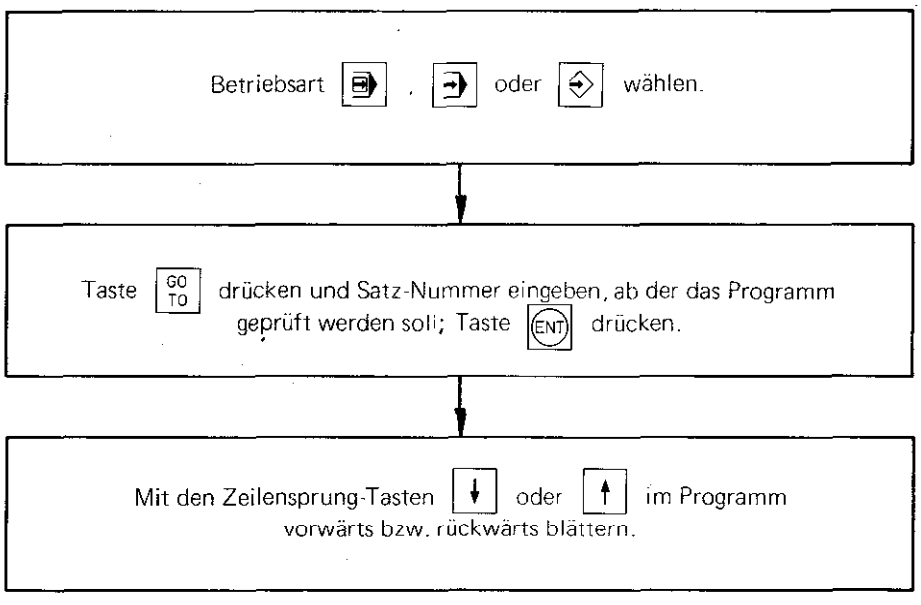
Mit [CYCL CALL] oder über die Zusatzfunktion M 99 kann nur der im Programmablauf **zuletzt definierte Arbeitszyklus** aufgerufen werden. Zyklen, die keinen Aufruf benötigen werden nicht berücksichtigt.

## M 8) Programm-Korrekturen (Editieren des Bearbeitungsprogramms)

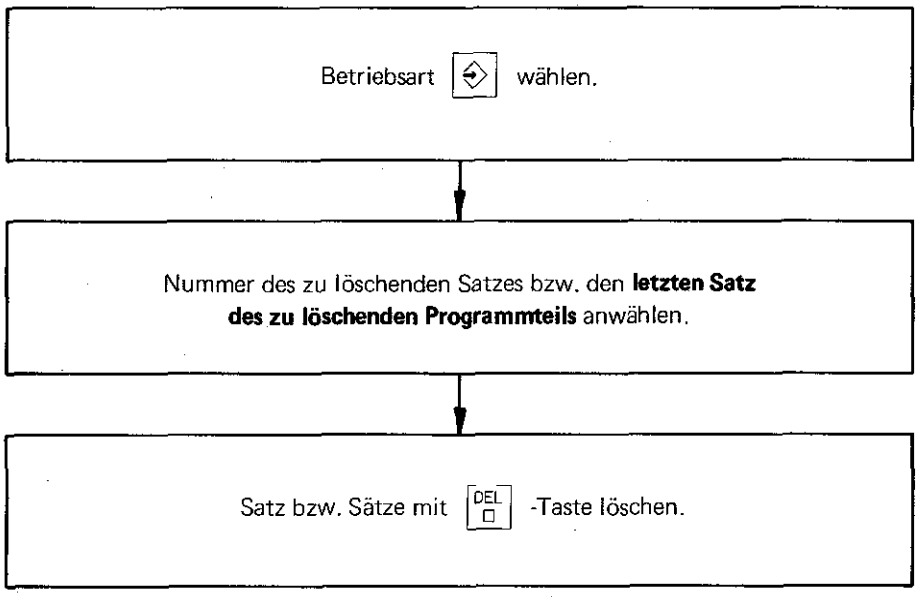
### M 8.1) Aufruf eines bestimmten Programmsatzes




### M 8.2) Schrittweises Überprüfen der Programmsätze


Betriebsart , oder wählen.
Taste GO TO drücken und Satz-Nummer eingeben, ab der das Programm
geprüft werden soll; Taste ENT drücken.
Mit den Zeilensprung-Tasten oder im Programm
vorwärts bzw. rückwärts blättern.

## M 8.3) Löschen von Programmsätzen

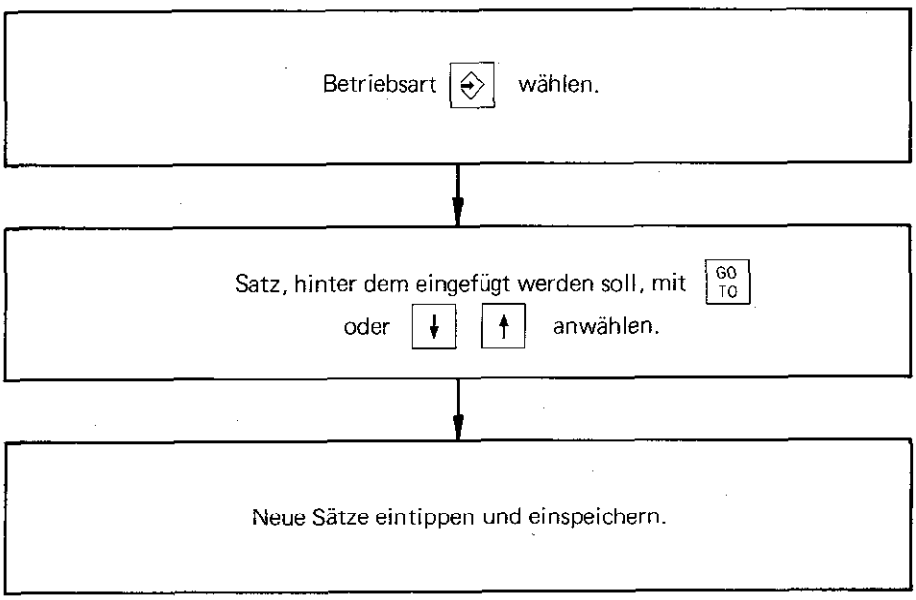

Betriebsart wählen.
Nummer des zu löschenden Satzes bzw. den **letzten Satz des zu löschenden Programmteils** anwählen.
Satz bzw. Sätze mit DEL -Taste löschen.

Zum Löschen von Zyklus-Definitions-Sätzen ist die Taste DEL so oft zu drücken, bis alle Sätze der Definition gelöscht sind.

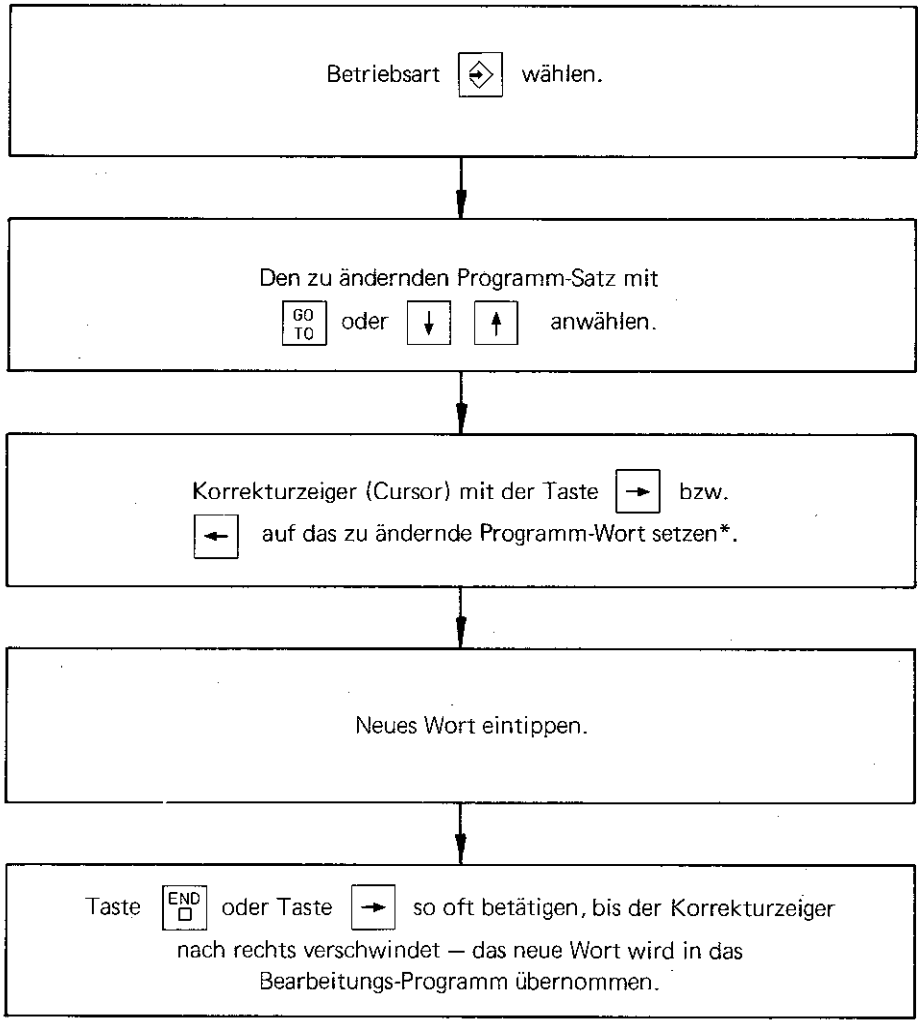
Die Satznummern der folgenden Sätze werden automatisch korrigiert.

## M 8.4) Einfügen von Programmsätzen in bestehenden Programme

Bei der TNC 150 kann man neue Sätze an beliebiger Stelle in ein bestehendes Programm einfügen. Es muß lediglich der Satz angewählt werden, hinter dem eingefügt werden soll; der einzufügende Satz braucht dann nur eingegeben zu werden: die Satz-Nummer der folgenden Sätze wird automatisch korrigiert. Wird dabei die Speicherkapazität des Programmspeichers überschritten, so wird dies bei der Dialog-Eröffnung in der Dialog-Anzeige durch **PROGRAMM–SPEICHER UEBERLAUF** angezeigt.


Betriebsart wählen.
Satz, hinter dem eingefügt werden soll, mit GO TO
oder ↓ ↑ anwählen.
Neue Sätze eintippen und einspeichern.

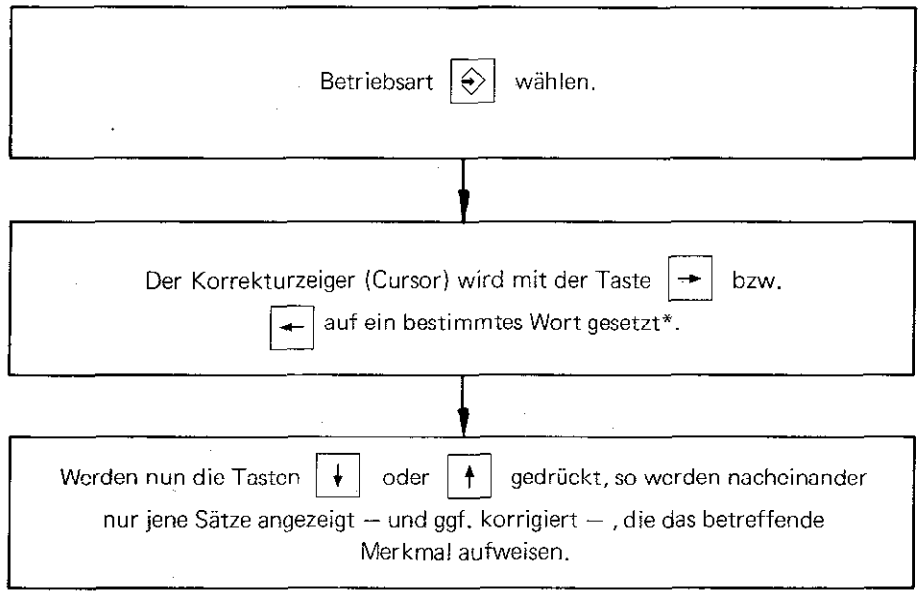
## M 8.5) Korrektur von "Programm-Worten" innerhalb eines Satzes


Betriebsart wählen.
Den zu ändernden Programm-Satz mit
GO TO oder anwählen.
Korrekturzeiger (Cursor) mit der Taste bzw.
auf das zu ändernde Programm-Wort setzen*.
Neues Wort eintippen.
Taste END oder Taste so oft betätigen, bis der Korrekturzeiger
nach rechts verschwindet — das neue Wort wird in das
Bearbeitungs-Programm übernommen.

Wird während der Programmierung eines Satzes die Taste gedrückt, so kann das zuletzt eingegebene Wort geändert werden. Dadurch können Eingabe-Fehler sofort korrigiert werden. Ein Satz mit einem Eingabe-Fehler muß also nicht vollständig eingegeben und anschließend korrigiert werden.

*Das Setzen des Korrekturzeigers muß mit der Taste begonnen werden!

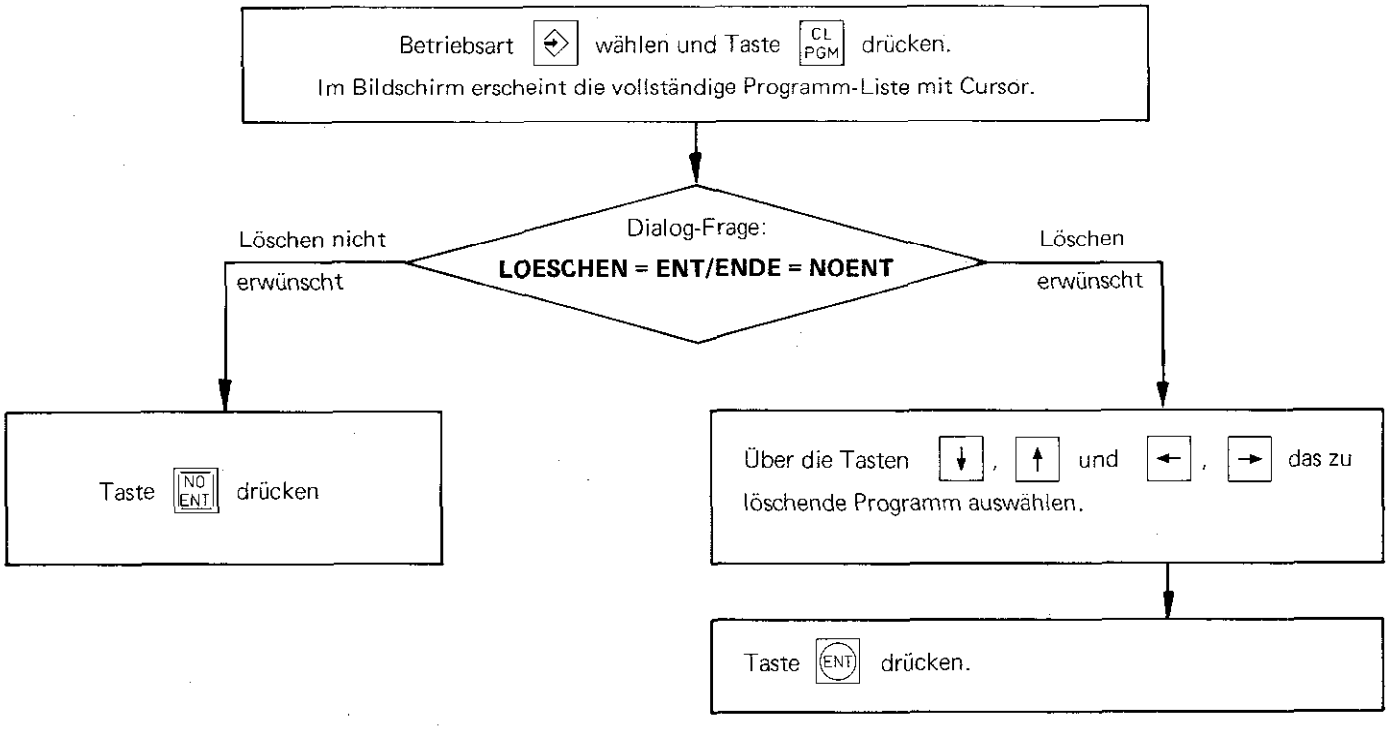
## M 8.6) Such-Routinen zum Auffinden bestimmter Sätze


Betriebsart wählen.
Der Korrekturzeiger (Cursor) wird mit der Taste → bzw. ← auf ein bestimmtes Wort gesetzt*.
Werden nun die Tasten ↓ oder ↑ gedrückt, so werden nacheinander nur jene Sätze angezeigt – und ggf. korrigiert – , die das betreffende Merkmal aufweisen.

*Das Setzen des Korrekturzeigers muß mit der Taste → begonnen werden!

## M 8.7) Löschen eines Bearbeitungsprogramms

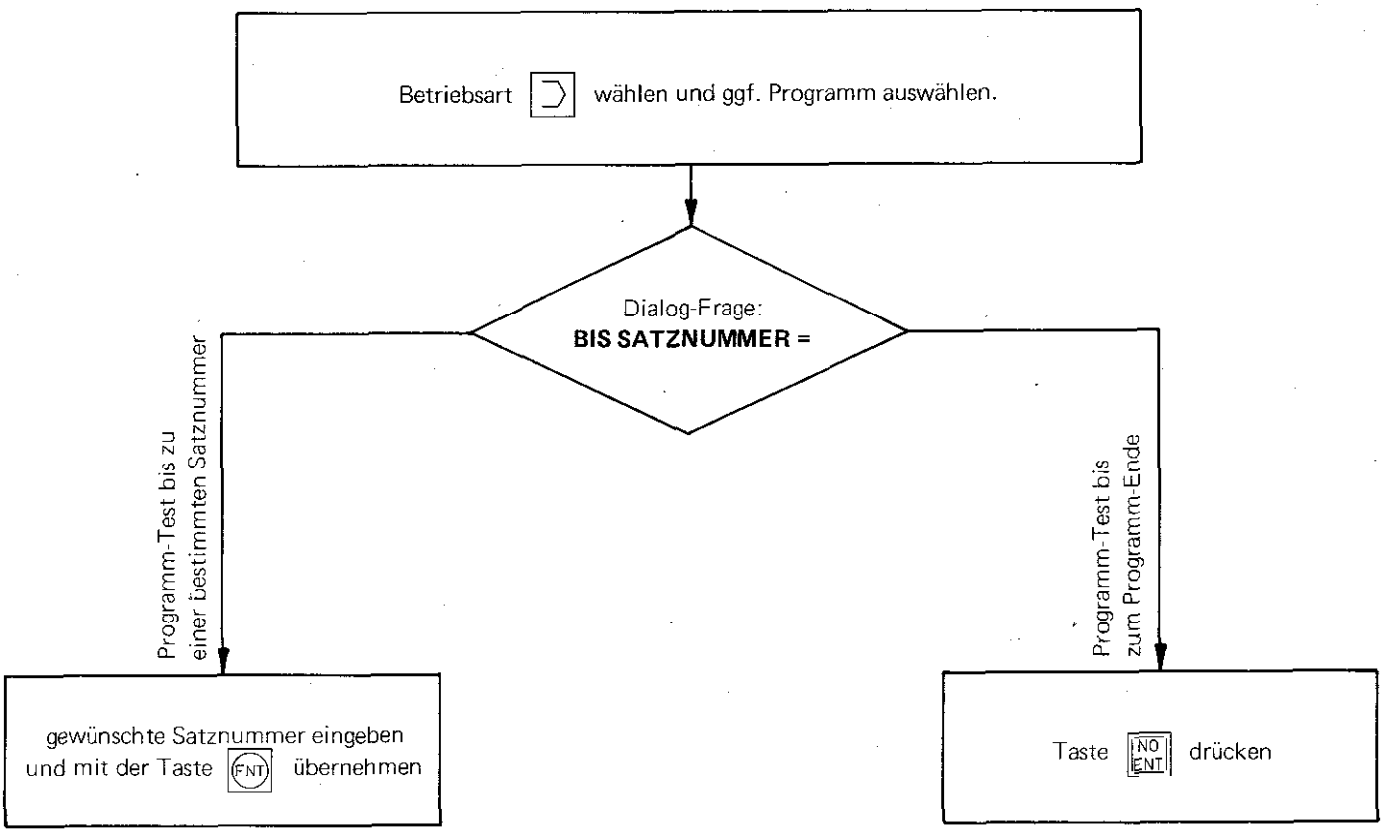
Die in der TNC gespeicherten Programme können einzeln gelöscht werden


Betriebsart wählen und Taste CL PGM drücken.
Im Bildschirm erscheint die vollständige Programm-Liste mit Cursor.
Dialog-Frage:
LOESCHEN = ENT/ENDE = NOENT
Löschen nicht erwünscht
Löschen erwünscht
Taste NO ENT drücken
Über die Tasten ↓ , ↑ und ← , → das zu löschende Programm auswählen.
Taste ENT drücken.

Durch Drücken der Tasten CL PGM und ENT wird immer nur ein Programm gelöscht. Sollen mehrere Programme bzw. der komplette Programmspeicher gelöscht werden, sind die Tasten entsprechend oft zu drücken.

## M 9) Programm-Test ohne Maschinen-Bewegung

Ein eingespeichertes Bearbeitungsprogramm kann ohne Maschinen-Bewegung überprüft werden. Die Steuerung zeigt erkannte Fehler in der Dialog-Anzeige an.


Betriebsart wählen und ggf. Programm auswählen.
Dialog-Frage:
BIS SATZNUMMER =
Programm-Test bis zu einer bestimmten Satznummer
Programm-Test bis zum Programm-Ende
gewünschte Satznummer eingeben und mit der Taste ENT übernehmen
Taste NO ENT drücken

Der Programm-Test wird automatisch unterbrochen durch einen programmierten Stop, einen Leersatz oder eine Fehlermeldung. Der Programm-Test kann an jeder gewünschten Stelle durch Drücken der internen STOP-Taste abgebrochen werden.

## N) Rein achsparallele (nicht-simultane) Bearbeitung

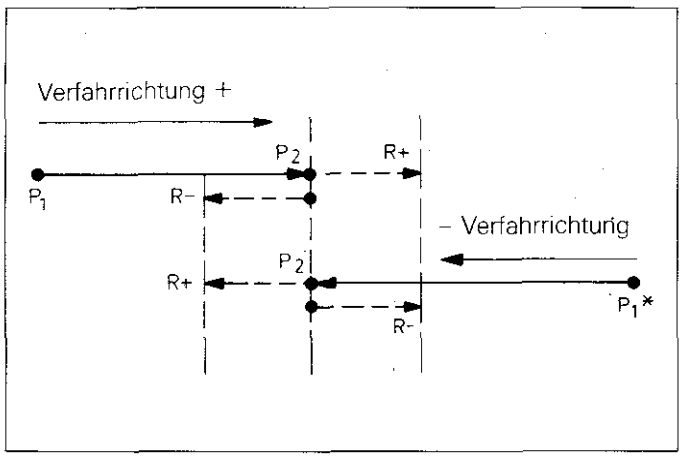
### N 1) Programmieren rein achsparalleler Bearbeitungen über die Achs-Tasten [X] [Y] [Z] [IV]

Achsparallele Bearbeitungen können grundsätzlich als Sonderfall der Geraden programmiert werden – wie in Abschnitt M 3.2 beschrieben (Dialog-Eröffnung mit Taste [L] ).

Die TNC 150 ermöglicht zusätzlich eine etwas vereinfachte Eingabe rein achsparalleler Programme, wobei die **Dialog-Eröffnung** unmittelbar über die betreffende **Achs-Taste** [X] , [Y] , [Z] oder [IV] erfolgt. Diese Art der Programm-Eingabe entspricht der Eingabe bei den Punkt- und Streckensteuerungen TNC 131/135 und ist auch bei der TNC 145 möglich.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Bahn-Programmierung (Dialog-Eröffnung mit [L] oder [C] ) und der in diesem Abschnitt erläuterten Programmierung rein achsparalleler Bearbeitung (Dialog-Eröffnung mit Achs-Taste) ist hinsichtlich der **Festlegung der Radiuskorrektur** gegeben.

Es gilt:
Die Taste [R+] ist zu aktivieren, wenn sich die Verfahrstrecke durch die Radiuskorrektur **verlängern** soll,
die Taste [R-] ist zu aktivieren, wenn sich die Verfahrstrecke durch die Radiuskorrektur **verkürzen** soll.

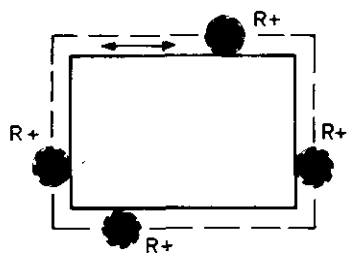



Die nebenstehende Skizze verdeutlicht, wie sich die Korrekturen R+ und R– beim Verfahren in positiver Richtung bzw. in negative Richtung auswirkt.

Die Bezeichnungen [R+] und [R-] ergeben sich aufgrund der Doppelfunktion dieser Tasten!

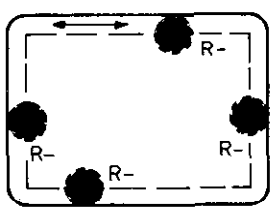
Die Werkzeugradius-Korrektur am Beispiel einer Außenkontur

R+ ... Verfahrweg ist durch Korrektur größer als Zeichnungsmaß.




Die Werkzeugradius-Korrektur am Beispiel einer Innenkontur

R– ... Verfahrweg ist durch Korrektur kleiner als Zeichnungsmaß.




Im übrigen wird der durch eine Achstaste eröffnete Positioniersatz wie ein mit der [L] -Taste eröffneter Positioniersatz programmiert:

Der Dialog wird eröffnet mit einer Achs-Taste [X] , [Y] , [Z] oder [IV] :

| Dialog-Frage | Beantwortung |
|---|---|
| **POSITIONS-SOLLWERT ?** | .ggf. Taste [I] drücken<br>.Zahlenwert oder Parameter (siehe Kapitel M 5) eingeben<br>.Taste [ENT] drücken |
| **RADIUSKORR.: R+/R–/ KEINE KORR. ?** | Ggf. Radiuskorrektur eingeben:<br>.Taste [R+] oder [R–] drücken<br>.Taste [ENT] drücken. |
| **VORSCHUB ? F =** | Vorschub eingeben; Taste [ENT] drücken. |
| **ZUSATZ-FUNKTION M ?** | Zusatzfunktion eingeben; Taste [ENT] drücken. |

Die Satz-Eingabe kann abgebrochen werden durch Drücken der Taste [END] (siehe Kapitel M 3.2.4).
Werden Dialog-Fragen mit der Taste [NO ENT] beantwortet, so erfolgt keine Daten-Eingabe; es erscheint die nächste Dialog-Frage.
Die Dialog-Frage nach der Radiuskorrektur erscheint auch bei der Eingabe eines Positioniersatzes für jene Achse, die beim Werkzeug-Aufruf als Spindelachse festgelegt wurde. Eine Verrechnung des Radiuskorrektur-Wertes erfolgt in dieser Achse nicht, unabhängig davon, ob R+, R– oder R0 eingegeben wird.

Der Positioniersatz belegt einen Programmsatz. In der Anzeige steht zum Beispiel folgender Satz:

**X + 46,000**
**R+ F 60 M 03**

**In einem Bearbeitungsprogramm dürfen achsparallele Positioniersätze – die mit den Achs-Tasten eröffnet wurden – nicht mit Geraden-Sätzen (Dialog-Eröffnung mit Taste [L] ) bzw. Kreisbahn-Sätzen (Dialog-Eröffnung mit Taste [CC] oder Taste [RND] ) gemischt werden!**

**Beispiel für eine falsche Programmierung**:

```
L X + 50.000 Y + 20.000
        RR F 100 M
  X + 50.000
        R– F 100 M
L X + 180.000 Y + 35.000
        RR F 100 M
```

**Ausnahme:**
Nur bei Bahnsätzen ohne Radiuskorrektur und bei Positioniersätzen für die Werkzeug-Achse können achsparallele Positioniersätze (Dialog-Eröffnung [X] , [Y] bzw. [Z] ) in den Konturverlauf eingefügt werden.

**Positioniersätze mit der Taste [IV]**
Die vierte Achse kann wahlweise einen Rundtisch oder eine Linearachse steuern. Programmiert wird diese Achse mit der Taste [IV] .

**Bei der Beantwortung der Dialog-Fragen ist besonders zu beachten.**
.Bei Verwendung der vierten Achse als Rundtisch-Achse:
Eingabe des Positions-Sollwertes in (°) und des Vorschubs in (°/min).
.Eine Radiuskorrektur wird bei der vierten Achse nur verrechnet, falls die vierte Achse als lineare Achse eingesetzt wird.

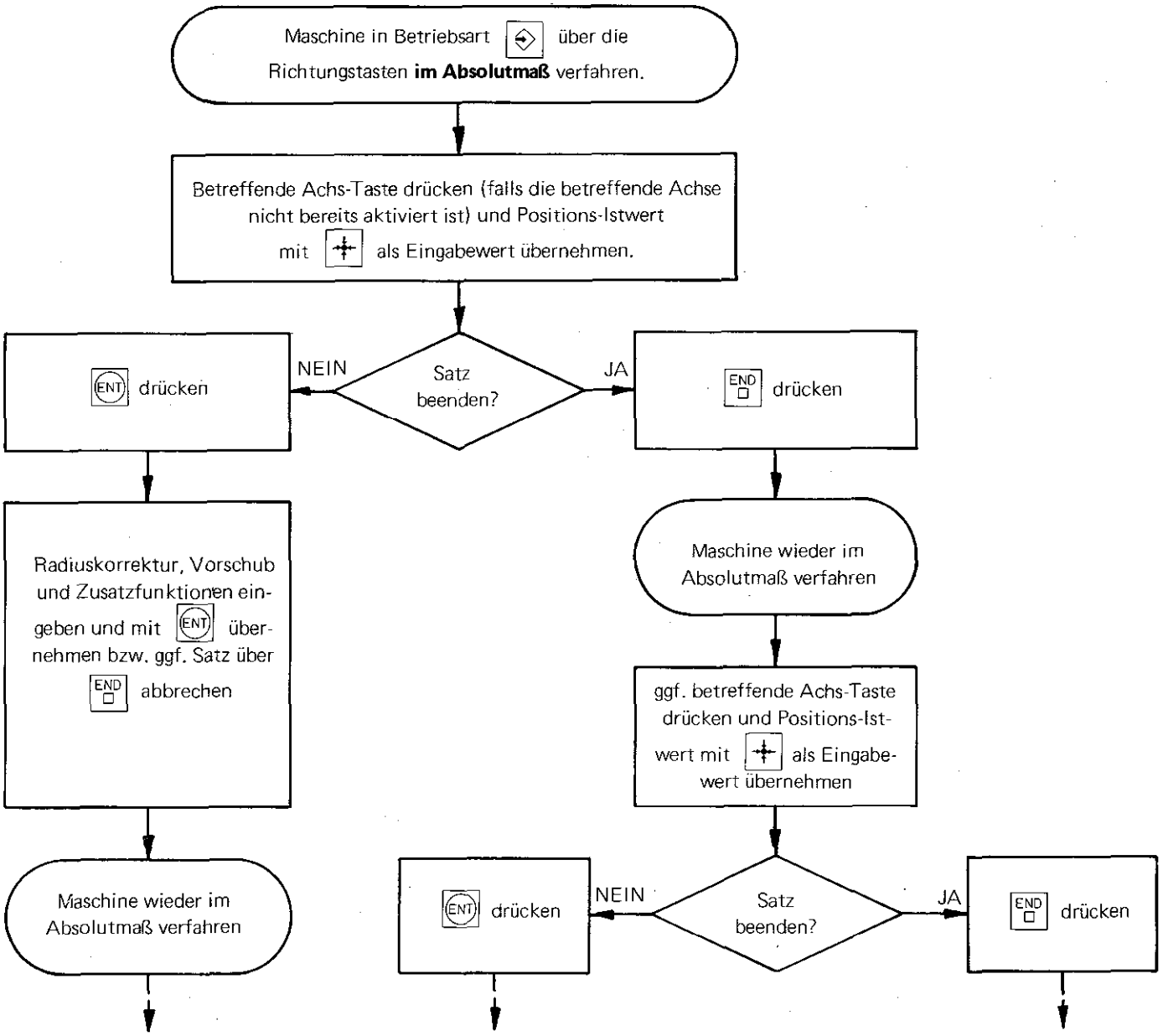
Wird in einem Positioniersatz für die vierte Achse (bei Einsatz der vierten Achse als Rundachse) die Funktion M 94 programmiert, so wird die Positions-Anzeige vor der Positionierung der vierten Achse auf den entsprechenden Wert unter 360° reduziert.

Der Positioniersatz mit der Taste [IV] belegt einen Programmsatz:

**C + 90,000**
**R0 F 20 M**

## N 2) Programmierung mit der Taste Istwert-Übernahme [+] (Playback)

Die Maschine wird **manuell verfahren**, wobei Ist-Positionen als Positions-Sollwerte übernommen werden. Diese Art der Programmierung ist nur für achsparallelen Betrieb sinnvoll; eine Programmierung komplizierterer Konturen ist in diesem Playback-Verfahren nicht möglich.


Maschine in Betriebsart [◈] über die Richtungstasten **im Absolutmaß** verfahren.
Betreffende Achs-Taste drücken (falls die betreffende Achse nicht bereits aktiviert ist) und Positions-Istwert mit [+] als Eingabewert übernehmen.
Satz beenden?
NEIN
JA
[ENT] drücken
[END] drücken
Radiuskorrektur, Vorschub und Zusatzfunktionen eingeben und mit [ENT] übernehmen bzw. ggf. Satz über [END] abbrechen
Maschine wieder im Absolutmaß verfahren
Maschine wieder im Absolutmaß verfahren
ggf. betreffende Achs-Taste drücken und Positions-Istwert mit [+] als Eingabewert übernehmen
Satz beenden?
NEIN
JA
[ENT] drücken
[END] drücken

**Programmierung der Radiuskorrektur**

Bei der Playback-Programmierung wird die Maschine manuell (Handrad, Achs-Taste) auf den zu speichernden Positions-Istwert verfahren. Dieser Positions-Istwert enthält für das verwendete Werkzeug die Längen- bzw. Radiuskorrektur. In die Werkzeug-Definition für dieses Werkzeug 1 sind die Werte L1 = 0, R1 = 0 einzugeben und der Radius R1 des verwendeten Werkzeugs ist aufzuschreiben. Die Programmierung der Positioniersätze im "Playback-Verfahren" erfolgt mit Eingabe der jeweils richtigen Radiuskorrektur:
R+, R–, R0.

Bei einem evtl. Werkzeugbruch und Einsatz eines neuen Werkzeuges, dessen Radius R2 nicht mit R1 übereinstimmt, ist bei Playback-Programmierung nur die Radius-Differenz zwischen den beiden Werkzeugen als Korrektur einzugeben:

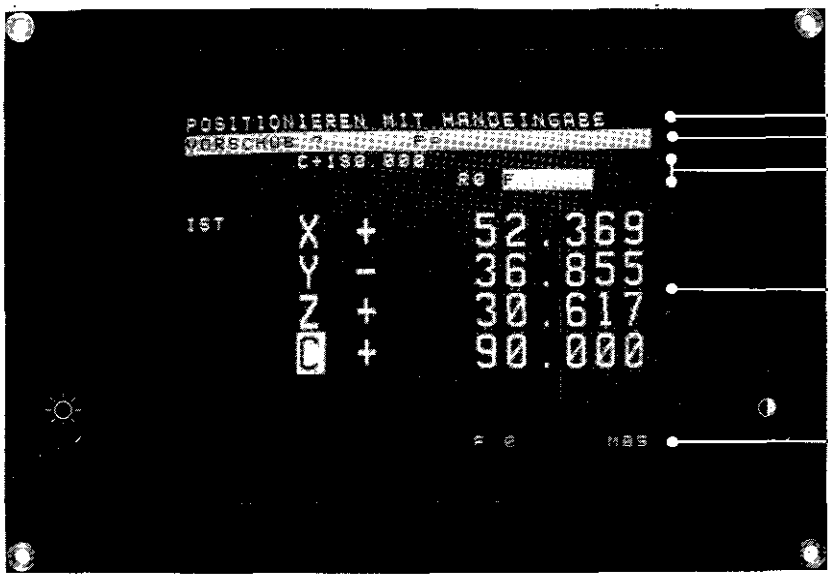
**Radiuskorrektur = R2 – R1**

Dieser Radiuskorrektur-Wert kann **positiv oder negativ** sein und ist in die Werkzeug-Radius-Definition für R1 einschließlich des errechneten Vorzeichens einzugeben. Auch die Längenkorrektur ist neu einzugeben.

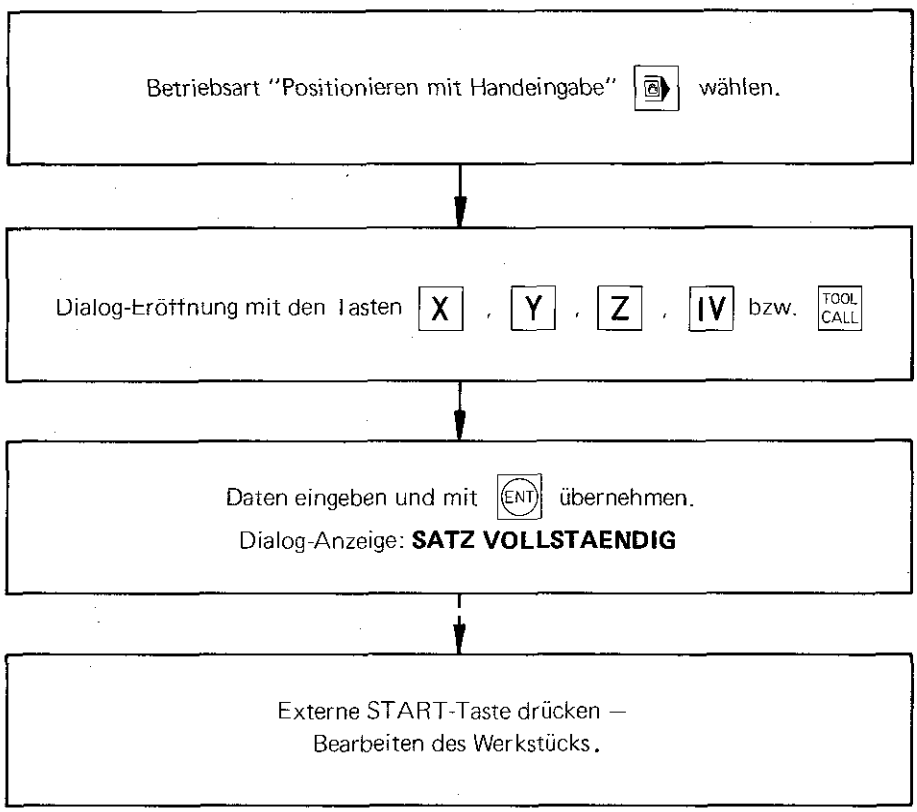
## 0) Positionieren mit Handeingabe (Einzelsatz-Steuern)

In dieser Betriebsart werden die eingegebenen Sätze nach der Eingabe sofort abgearbeitet; die Sätze werden nicht gespeichert.

Bildschirm-Anzeige:




Jeder Satz wird unmittelbar nach der Eingabe abgearbeitet:


Betriebsart "Positionieren mit Handeingabe" wählen.
Dialog-Eröffnung mit den Tasten X , Y , Z , IV bzw. TOOL CALL
Daten eingeben und mit ENT übernehmen.
Dialog-Anzeige: SATZ VOLLSTAENDIG
Externe START-Taste drücken –
Bearbeiten des Werkstücks.

Der programmierte Vorschub kann entweder a) über das Override-Potentiometer der Steuerung oder
b) über ein externes Potentiometer
verändert werden, je nachdem wie die Steuerung vom Maschinen-Hersteller an die Maschine angepaßt wurde.

Wenn ein Satz im Kettenmaß programmiert wurde, kann er beliebig oft mit der externen START -Taste gestartet werden.

Ein **Werkzeug-Aufruf** kann nur wirksam werden, wenn

.das Werkzeug vorher definiert wurde, d.h. die Korrekturwerte (Länge und Radius) in den **Programmspeicher** eingegeben wurden,

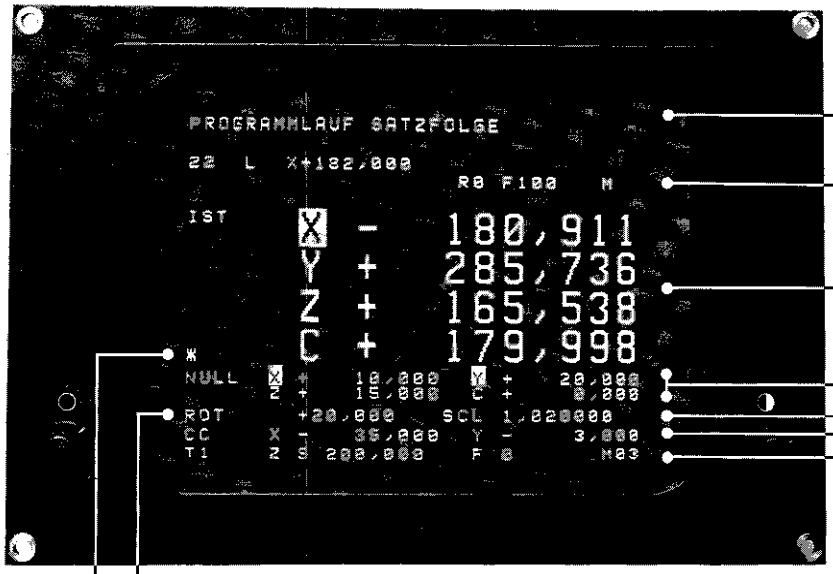
.in der Betriebsart der Werkzeug-Aufruf mit der externen START -Taste wirksam gemacht wurde.

Das Unterbrechen eines Positioniersatzes erfolgt wie in Kapitel 0 2) für den automatischen Programmlauf beschrieben mit der externen STOP und internen STOP -Taste.

## P) Automatischer Programmlauf

In den Betriebsarten "Einzelsatz-Programmlauf" und "Satzfolge-Programmlauf" werden gespeicherte Programme ausgeführt.

Bildschirm-Anzeige (Positions-Anzeige groß):




Betriebsart

aktueller Programmsatz

Positionswerte

Status-Anzeigen:
Resultierende Nullpunkt-Verschiebungen und Spiegelungen

Maßfaktor

Kreismittelpunkt CC (Absolutwerte)

Werkzeugnummer, Werkzeugachse, Spindeldrehzahl, Vorschub, Zusatzfunktion (M 03, M 04, M 05)

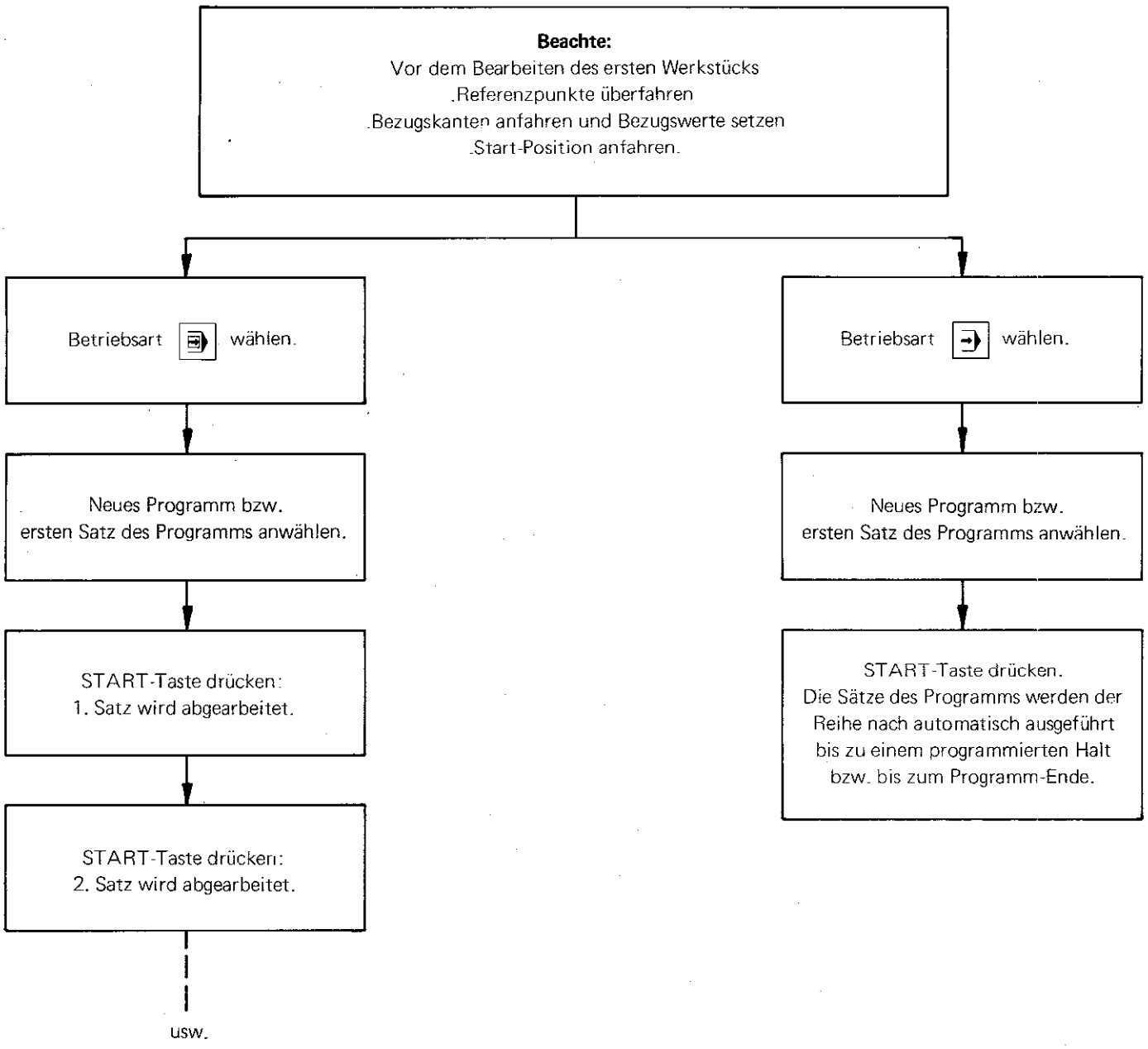
Status-Anzeige:
Drehung des Koordinatensystems

Status-Anzeige:
Positioniervorgang läuft

**Status-Anzeige für Nullpunkt-Verschiebung und Spiegeln**
Die Status-Anzeige für Nullpunkt-Verschiebung (siehe Kapitel M 7.2.7) und Spiegeln (siehe Kapitel M 7.2.8) gibt die aufgerufenen Nullpunkt-Verschiebungen und Spiegelungen an:

Anzeige der Achse in normaler Schrift: Keine Spiegelung.
Anzeige der Achse in orange unterlegter Schrift: Spiegelung

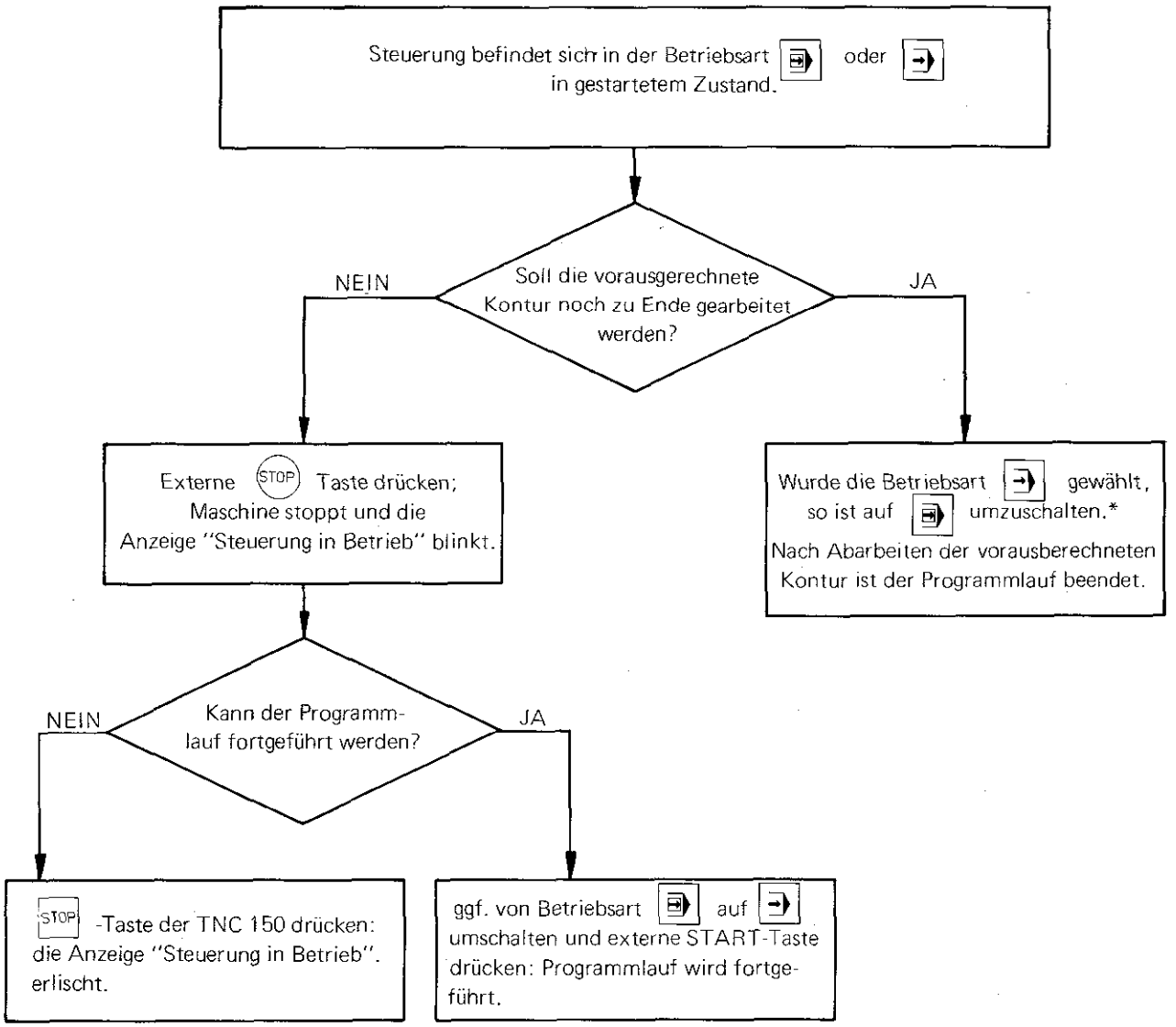
## P 1) Start eines Programmlaufs




Der programmierte Vorschub kann entweder a) über das Override-Potentiometer der Steuerung oder
b) über ein externes Potentiometer
verändert werden, je nachdem wie die Steuerung vom Maschinen-Hersteller an die Maschine angepaßt wurde.

Wird in den Betriebsarten "Einzelsatz-Programmlauf" oder "Satzfolge-Programmlauf" nach Unterbrechen des Programmlaufs die Taste [Q] gedrückt, anschließend eine Parameter-Nummer eingegeben und mit Taste [ENT] übernommen, so wird der aktuelle Wert dieses Parameters angezeigt (Parameter-Programmierung siehe Kapitel M 5.2). Mit den Tasten [↓] [↑] kann in der Parameter-Liste vorwärts und rückwärts geblättert werden.

## P 2) Unterbrechen eines Programmlaufs


Steuerung befindet sich in der Betriebsart oder in gestartetem Zustand.
Soll die vorausgerechnete Kontur noch zu Ende gearbeitet werden?
NEIN
JA
Externe STOP Taste drücken; Maschine stoppt und die Anzeige "Steuerung in Betrieb" blinkt.
Wurde die Betriebsart gewählt, so ist auf umzuschalten.*
Nach Abarbeiten der vorausberechneten Kontur ist der Programmlauf beendet.
Kann der Programmlauf fortgeführt werden?
NEIN
JA
STOP -Taste der TNC 150 drücken: die Anzeige "Steuerung in Betrieb". erlischt.
ggf. von Betriebsart auf umschalten und externe START-Taste drücken: Programmlauf wird fortgeführt.

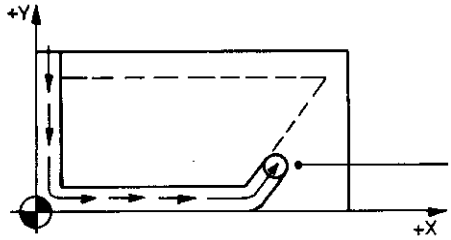
*Bei einem Unterprogramm-Aufruf und bei einer Programmteil-Wiederholung stoppt der Programmlauf erst nach Abarbeiten des aufgerufenen bzw. wiederholten Programmteils.

## P 3) Wiedereintritt in ein unterbrochenes Programm

Wird der automatische Programmlauf unterbrochen und auf die Betriebsart "Manuell" umgeschaltet – z.B. bei einem Werkzeugbruch oder um eine Messung am Werkstück durchzuführen – so speichert die Steuerung folgende Daten:

.das zuletzt aufgerufene Werkzeug
.die abgearbeiteten Spiegelungen und Nullpunkt-Verschiebungen
.die Absolutwerte der Nullpunkt-Verschiebungen in den vier Achsen
.den letzten Kreismittelpunkt CC im Absolutmaß
.den zuletzt definierten Arbeitszyklus
.den aktuellen Stand bei Programmteil-Wiederholungen
.die Rücksprungadresse bei Unterprogrammen

**Unterbrechen eines automatischen Programmlaufs und Wiedereintritt in das unterbrochene Programm:**




Der automatische Programmlauf soll hier unterbrochen werden, z.B. um das Werkzeug zu wechseln.

Externe STOP -Taste und STOP -Taste der TNC drücken (siehe Kapitel P 2).

Falls die Werkzeugdaten (Länge und Radius) nicht geändert werden: Positionswerte der Achsen X, Y und Z von den Istwert-Anzeigen ablesen und aufschreiben! Aktuelle Satznummer notieren!

In der Betriebsart , oder zuerst die Werkzeugachse Z und ggf. anschließend die Achsen X und Y auf die Werkzeugwechsel-Position fahren und die Hauptspindel und das Kühlmittel ausschalten.

Neues Werkzeug einsetzen.

Müssen Werkzeugdaten geändert werden?

NEIN

JA

Hauptspindel und Kühlmittel wieder einschalten.

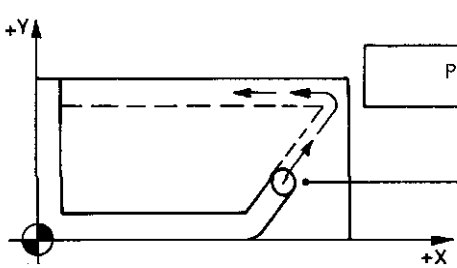
In Betriebsart zuerst die Achsen X und Y und schließlich die Z-Achse auf die verlassene Position fahren

In Betriebsart die betreffende Werkzeug-Definition anwählen und die neuen Werkzeug-Daten eingeben.

Neues Werkzeug in der Betriebsart aufrufen.

Hauptspindel und Kühlmittel wieder einschalten. Mit dem neuen Werkzeug in Betriebsart oder an die Kontur fahren und ankratzen.

Programmlauf in Betriebsart oder starten.




Der Programmlauf wird wieder mit vollständiger Werkzeugkorrektur fortgesetzt.

Beim Unterbrechen des Programmlaufs ist auf folgende Punkte zu achten:

a) Wird in einem Unterprogramm oder in einer Programmteil-Wiederholung unterbrochen und anschließend ein Programmsatz mit der Taste [GO TO] angewählt, so wird der Zähler für die Programmteil-Wiederholung zurückgesetzt; bei Unterprogrammen wird die Rücksprungadresse gelöscht. Soll der Zähler bzw. die Rücksprungadresse erhalten bleiben, dürfen Programmsätze nur mit den Tasten [↓] und [↑] angewählt werden.

b) wird nach dem Abbrechen des Programmlaufs mit den Tasten [↓] und [↑] im Programm "geblättert" und anschließend das Programm nicht bei dem Satz gestartet bei dem unterbrochen wurde, erscheint die Fehlermeldung:

**AKTUELLER SATZ NICHT ANGEWÄHLT**

Der Programmlauf kann fortgesetzt werden:

.nach dem Anwählen des Satzes bei dem unterbrochen wurde mit den Tasten [↓] und [↑] .
.nach dem Anwählen eines beliebigen Satzes mit der Taste [GO TO] ; dabei wird jedoch der Zähler für Programmteil-Wiederholungen zurückgesetzt bzw. bei Unterprogrammen die Rücksprungadresse gelöscht.

c) Wird nach dem Unterbrechen des Programmlaufs ein Satz eingefügt oder gelöscht, so wird die letzte Zyklus-Definition gelöscht. Bei erneutem Start des Programmlaufs muß die gewünschte Zyklus-Definition vor dem nächsten Zyklus-Aufruf abgearbeitet werden — sonst erscheint die Fehlermeldung:

**CYCL UNVOLLSTÄNDIG**

Das Anwählen der Zyklus-Definition muß mit der Taste [GO TO] erfolgen; dabei wird jedoch der Zähler für Programmteil-Wiederholungen zurückgesetzt bzw. bei Unterprogrammen die Rücksprungadresse gelöscht.

d) wird bei einem
.korrigierten inkrementalen Satz oder
.Linearsatz mit nur einer Koordinate oder
.in einem Zyklus
der Programmlauf unterbrochen und wieder gestartet, so erscheint die Fehlermeldung:

**UNDEFINIERTER PROGRAMMSTART**

Das Programm ist entsprechend zu ändern, oder ein vorhergehender Programmsatz ist mit der Taste [GO TO] anzuwählen — dabei wird jedoch der Zähler für die Programmteil-Wiederholungen zurückgesetzt bzw. bei Unterprogrammen die Rücksprungadresse gelöscht.

e) steht beim Anfahren der Kontur das Werkzeug nicht auf der verlassenen Position, so betrachtet die TNC den Positions-Istwert beim Start des Programmlaufs als korrigierte Position. Das Anfahren der Kontur erfolgt dann wie in Kapitel M 3.2.6.1 (Fall 2) beschrieben.

## P 4) Abfahren des Programms ohne Werkzeug

Für die Überprüfung eines Programms ohne Werkzeug sind sämtliche Werkzeug-Aufrufsätze im Programm auf die Werkzeug-Nummer 0 (= kein Werkzeug) zu ändern. Dabei ist es vorteilhaft, sich vorher die Satznummer der Werkzeug-Aufrufe zu notieren (bzw. die Satznummer eines Werkzeug-Aufrufs zu notieren und die übrigen Werkzeug-Aufrufsätze dann mit Hilfe der Suchroutine zum Auffinden der Werkzeug-Nummer zu ermitteln).

Beim anschließenden Abfahren des Programms mit der Maschine geben die Istwert-Anzeigen jeweils die absoluten Werte der programmierten Positionen (Zeichnungsmaße) ohne Werkzeug-Korrekturen an.

Nach einer derartigen Überprüfung sind sämtliche Werkzeug-Aufrufsätze wieder auf die betreffenden Werkzeug-Nummern zu ändern!

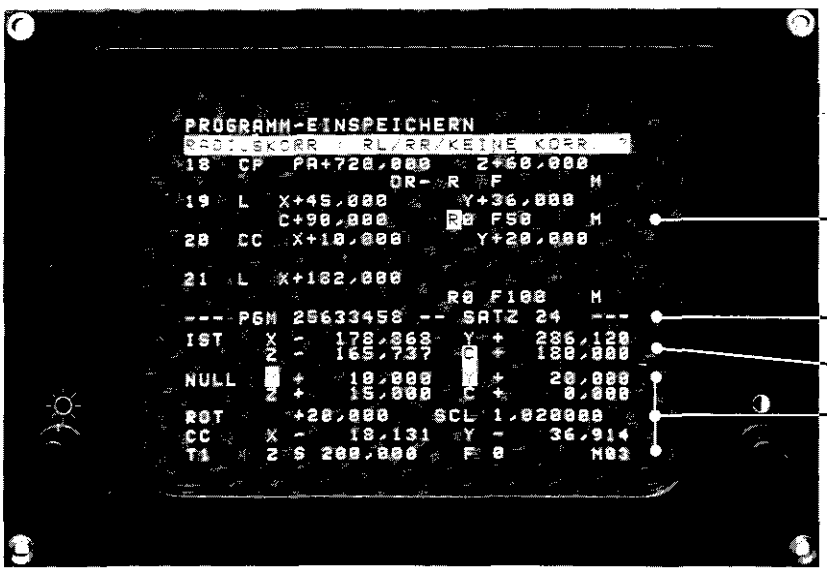
## P 5) Abarbeiten eines Programmes und gleichzeitiges Programmieren bzw. Editieren

Die TNC 150 ermöglicht das Abarbeiten eines Programmes und das gleichzeitige Erstellen oder Editieren eines weiteren Programmes.

Dazu wird in Betriebsart "Programmlauf" ein Programm aufgerufen und gestartet. Anschließend wird auf die Betriebsart "Programmieren" geschaltet und die Taste [PGM NR] gedrückt.

Es kann jetzt eine neue Programm-Nummer festgelegt werden oder ein bereits gespeichertes Programm – das nicht gerade abgearbeitet wird – aufgerufen werden.

Über den Positions-Anzeigen wird angezeigt, welches Programm gestartet ist und welcher Satz gerade abgearbeitet wird.




Anzeigen des zu editierenden Programmes

Anzeigen des laufenden Programmes: Programm-Nummer und aktuelle Satznummer

Positionswerte

Status-Anzeigen

## Q) Externe Daten-Eingabe bzw. -Ausgabe [EXT]

## Q 1) Schnittstelle

Die Steuerung TNC 150 besitzt eine Schnittstelle nach der

CCITT-Empfehlung V.24
bzw. EIA-Standard RS – 232 – C.

Dieser Daten-Eingang/-Ausgang ermöglicht den Anschluß einer HEIDENHAIN-Magnetband-Einheit ME 101 (Koffergerät) oder ME 102 (Einbaugerät).

Aber auch andere Programmier- bzw. Peripherie-Geräte (z.B. Lochstreifen-Stanzer, -Leser, Fernschreiber, Drucker) können an die TNC 150 angeschlossen werden, falls sie einen V.24-kompatiblen Anschluß besitzen.

Peripherie-Geräte mit einer 20 mA-Schnittstelle können nicht angeschlossen werden.

## Q 2) HEIDENHAIN-Magnetband-Einheiten ME 101 / ME 102

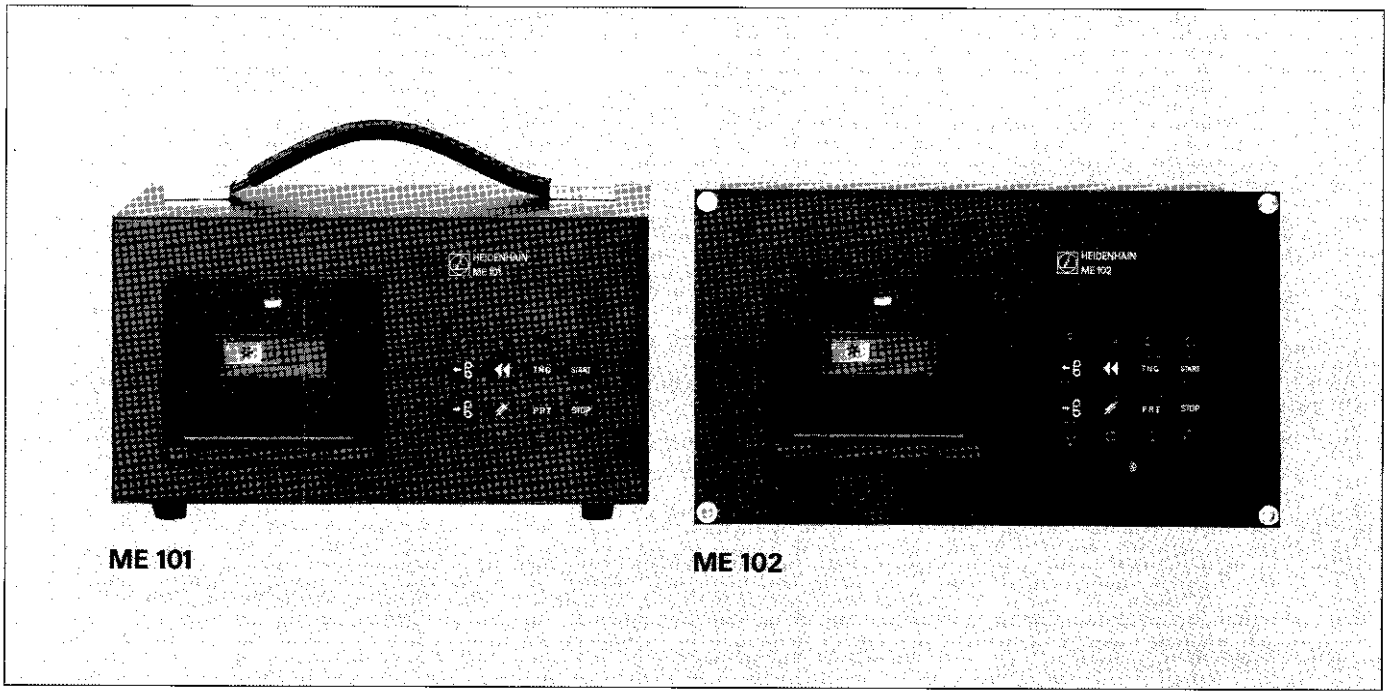
HEIDENHAIN liefert zur externen Datenspeicherung spezielle Magnetband-Einheiten:

ME 101 – tragbares Koffergerät zum wechselnden Einsatz an mehreren Maschinen,
ME 102 – Einbaugerät zum festen Einbau an der Maschine.

Die Magnetband-Einheiten ME 101 und ME 102 sind mit jeweils 2 Daten-Eingangs- und -Ausgangssteckern ausgerüstet:

Zusätzlich zur Steuerung TNC 150 kann noch ein handelsübliches Peripherie-Gerät an den V.24 (RS–232–C) -Ausgang der ME angeschlossen werden (Anschlußbezeichnung PRT).

Die Daten-Übertragungsrate zwischen Steuerung und ME ist auf 2400 Baud festgelegt. Die Übertragungsrate zwischen ME und Peripherie-Gerät kann mit Hilfe eines Stufenschalters angepaßt werden (110, 150, 300, 600, 1200, 2400 Baud).
Genauere Informationen über die Bedienung der Magnetband-Einheiten können der Bedienungsanleitung für ME 101 und ME 102 entnommen werden.



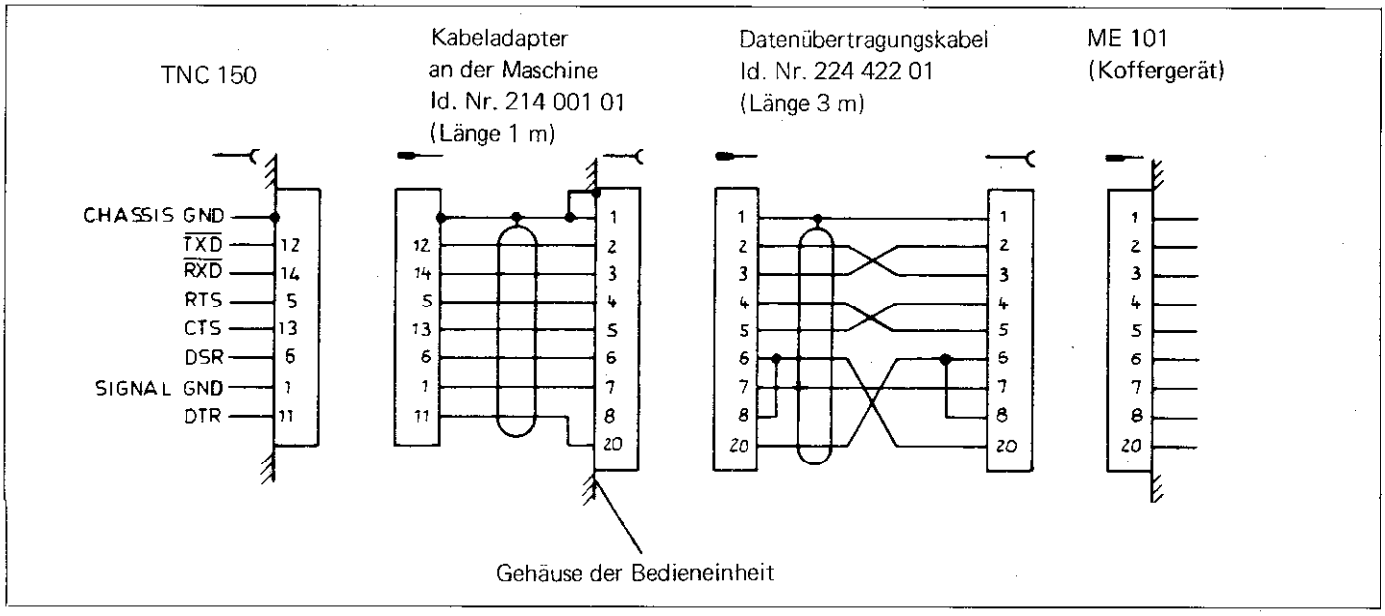
**ME 101** **ME 102**

## Q 3) Anschlußkabel

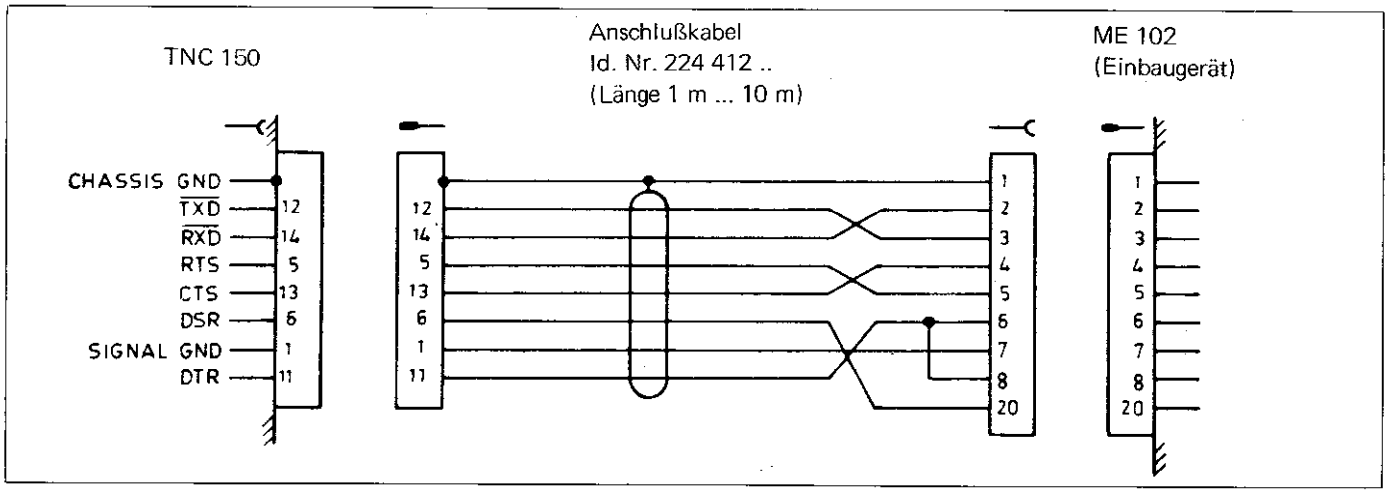
HEIDENHAIN liefert folgende Anschlußkabel:

**a) Kabeladapter** zur Herausführung des V.24-Anschlusses der TNC an das Gehäuse, in das die Steuerung eingesetzt wird (Bedieneinheit).

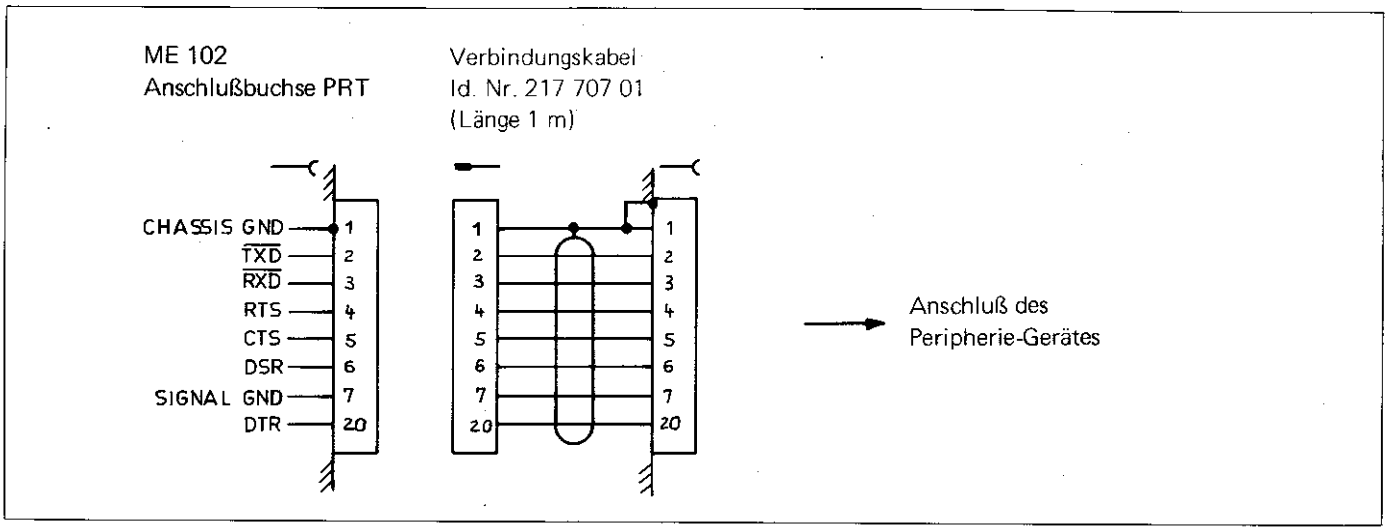
**b) Daten-Übertragungskabel** zum Anschluß der ME 101.



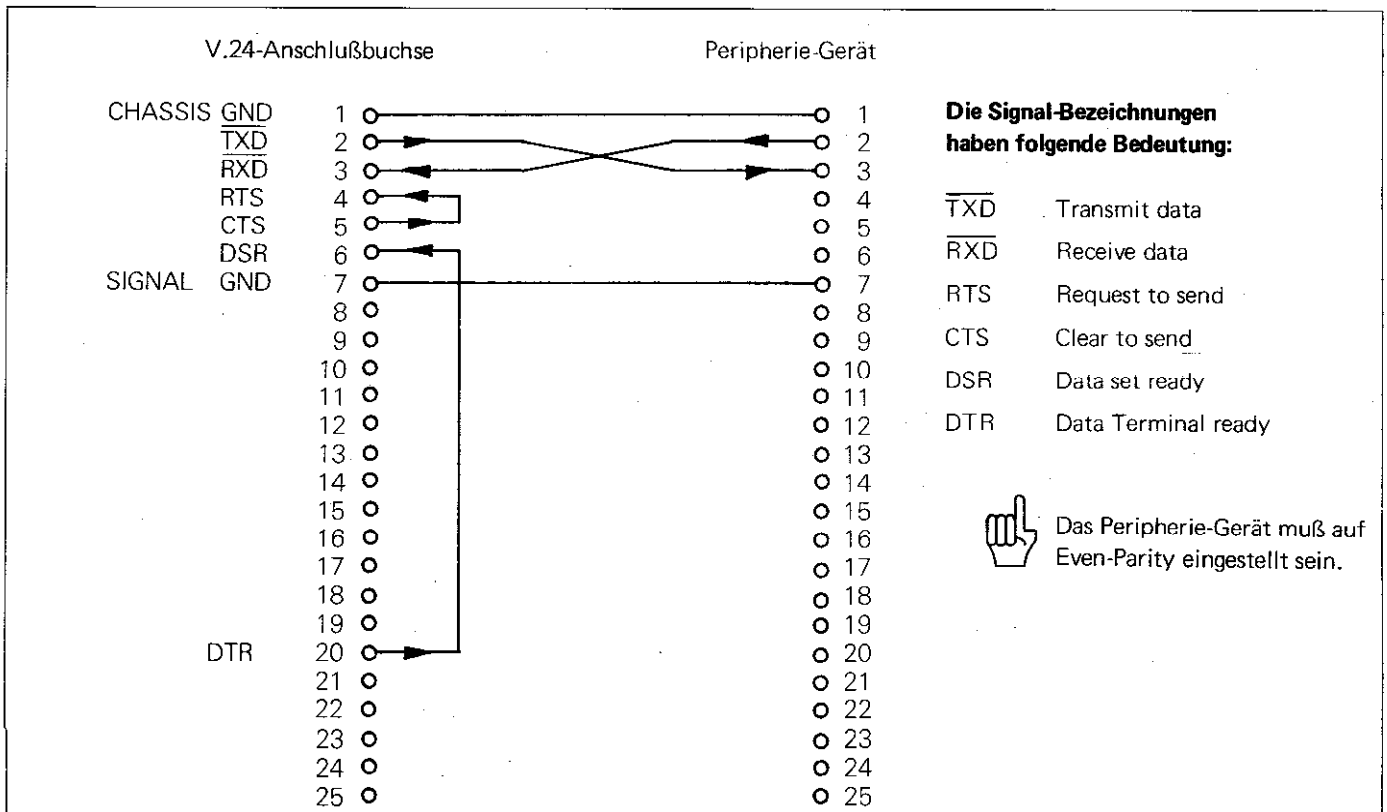
**c) Anschlußkabel,** mit dem die ME 102 (Einbaugerät) direkt an die TNC 150 angeschlossen wird.




**d) Verbindungskabel,** zur Herausführung des V.24-Anschlusses der ME 102 (Einbaugerät) an das Gehäuse, in das die Steuerung und die ME 102 eingesetzt werden (Bedieneinheit).




Folgende **Steckerbelegung** hat sich **zum Anschluß** eines handelsüblichen **Peripherie-Gerätes** (z.B. Drucker mit Lochstreifenleser und -stanzer) bewährt.




**Die Signal-Bezeichnungen haben folgende Bedeutung:**

| | |
|---|---|
| TXD | Transmit data |
| RXD | Receive data |
| RTS | Request to send |
| CTS | Clear to send |
| DSR | Data set ready |
| DTR | Data Terminal ready |

Das Peripherie-Gerät muß auf Even-Parity eingestellt sein.

## Q 4) Eingabe der Baud-Rate

Die Übertragungs-Geschwindigkeit für die V.24-Schnittstelle der TNC 150 ist automatisch auf 2400 Baud gesetzt – angepaßt an die HEIDENHAIN-Magnetband-Einheiten ME 101 und ME 102.

Soll an die TNC 150 ein Peripheriegerät mit einer anderen Baud-Rate angeschlossen werden (ohne Zwischenschaltung der ME), so kann die Baud-Rate mit Hilfe der MOD-Funktion geändert werden (siehe Kapitel J 2.4).

Folgende Übertragungs-Geschwindigkeiten sind möglich: 110, 150, 300, 600, 1200 oder 2400 Baud.

Bei Abschaltung der Steuerung mit entladener oder fehlender Pufferbatterie wird die programmierte Übertragungsrate gelöscht und bei der Wieder-Inbetriebnahme automatisch auf 2400 Baud gesetzt.

## Q 5) Bedienungsablauf bei der Daten-Übertragung zur ME 101/ME 102

**Daten-Ausgabe** auf Drucker, Lochstreifen-Stanzer bzw. Magnetband-Einheiten ME 101/ME 102.

Mit Hilfe der Programmverwaltung der TNC 150 ist es möglich auf einer Seite eines Magnetbandes der ME 101/ME 102 bis zu 24 Programme zu speichern. Bei Bedarf können die Programme vom Magnetband gezielt abgerufen und in die TNC 150 übertragen werden.

Wird ein Programm mit der HEIDENHAIN Magnetband-Einheit aus- bzw. eingelesen, welches die Kapazität einer Bandseite überschreitet, so erscheint in der Dialog-Anzeige die Meldung **KASSETTE WECHSELN – ME STARTEN.** Nach dem Wechseln der Kassette und dem Starten der ME werden die restlichen Programmsätze aus- bzw. eingelesen.

Wird in der Betriebsart "Programmieren" die Taste [EXT] gedrückt, so werden am Bildschirm folgende Betriebsarten zur Auswahl angeboten:

Über die Blätter-Tasten [↓] , [↑] kann die jeweilige Betriebsart gewählt werden. Die Datenübertragung wird gestartet durch Drücken der Taste [ENT].

Durch Drücken der Taste [NO ENT] kann die jeweilige Betriebsart für die externe Daten-Eingabe bzw. -Ausgabe wieder verlassen werden.
Eine gestartete Datenübertragung kann an der TNC durch Drücken der Taste [DEL] und an der ME durch Drücken der Taste [STOP] unterbrochen werden. Nach dem Unterbrechen der Datenübertragung erscheint die Fehlermeldung:

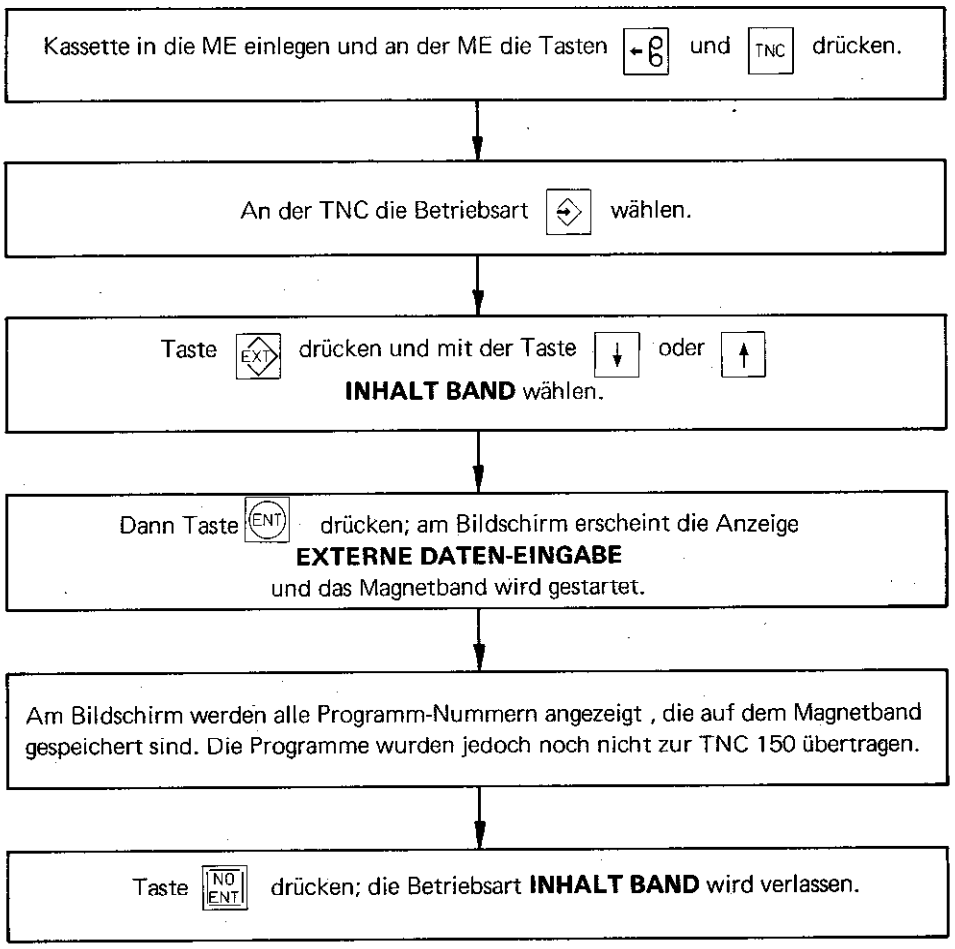
**ME: PROGRAMM NICHT VOLLSTAENDIG**

Nach Löschen der Fehlermeldung mit der Taste [CE] wird wieder das Menü der Betriebsarten für die Datenübertragung angezeigt.

Verwendung eines älteren TNC 150 bzw. eines TNC 145-Programms (ohne Nummer):
Neue PGM-Nr. eingeben (nur mit Anfangs- und End-Satz) und "Editieren" wählen.
Dann "Band Inhalt einlesen" nach Kapitel Q 5.2.1) !

## Q 5.1) Inhalt-Band

In der Betriebsart **INHALT-BAND** kann überprüft werden, welche Programme auf einer Kassette gespeichert sind.


Kassette in die ME einlegen und an der ME die Tasten ← 0 und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑
INHALT BAND wählen.
Dann Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige
EXTERNE DATEN-EINGABE
und das Magnetband wird gestartet.
Am Bildschirm werden alle Programm-Nummern angezeigt , die auf dem Magnetband gespeichert sind. Die Programme wurden jedoch noch nicht zur TNC 150 übertragen.
Taste NO ENT drücken; die Betriebsart INHALT BAND wird verlassen.

## Q 5.2) Externe Programm-Eingabe

Programme können von der ME zur TNC auf drei verschiedene Arten übertragen werden:

| | |
|---|---|
| **.BAND-INHALT EINLESEN** | alle Programme, die auf dem Magnetband gespeichert sind, werden in die TNC übertragen. |
| **.ANGEBOTENES PROGRAMM EINLESEN** | die auf der ME gespeicherten Programme werden nacheinander zur Übertragung angeboten. |
| **.ANGEWAEHLTES PROGRAMM EINLESEN** | eine bestimmte Programm-Nummer wird eingegeben, das entsprechende Programm auf der ME gesucht und anschließend in die TNC übertragen. |

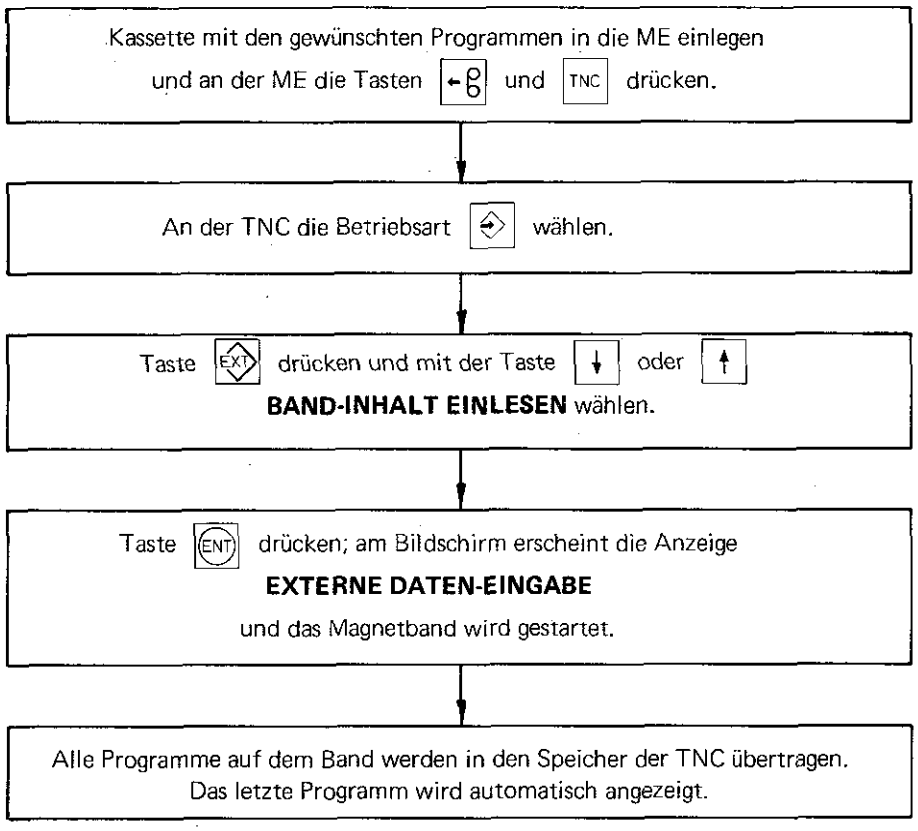
Wird die Nummer eines Programms zur Übertragung von der ME zur TNC eingegeben, das bereits in der TNC gespeichert ist, erscheint die Dialog-Anzeige:

**PROGRAMM-NR. BELEGT**
**LOESCHEN = ENT/UEBERLESEN = NOENT**

.Soll das Programm in der TNC gelöscht werden: Taste [ENT] drücken
.Soll die ME das angewählte Programm nicht in die TNC übertragen: Taste [NO ENT] drücken.

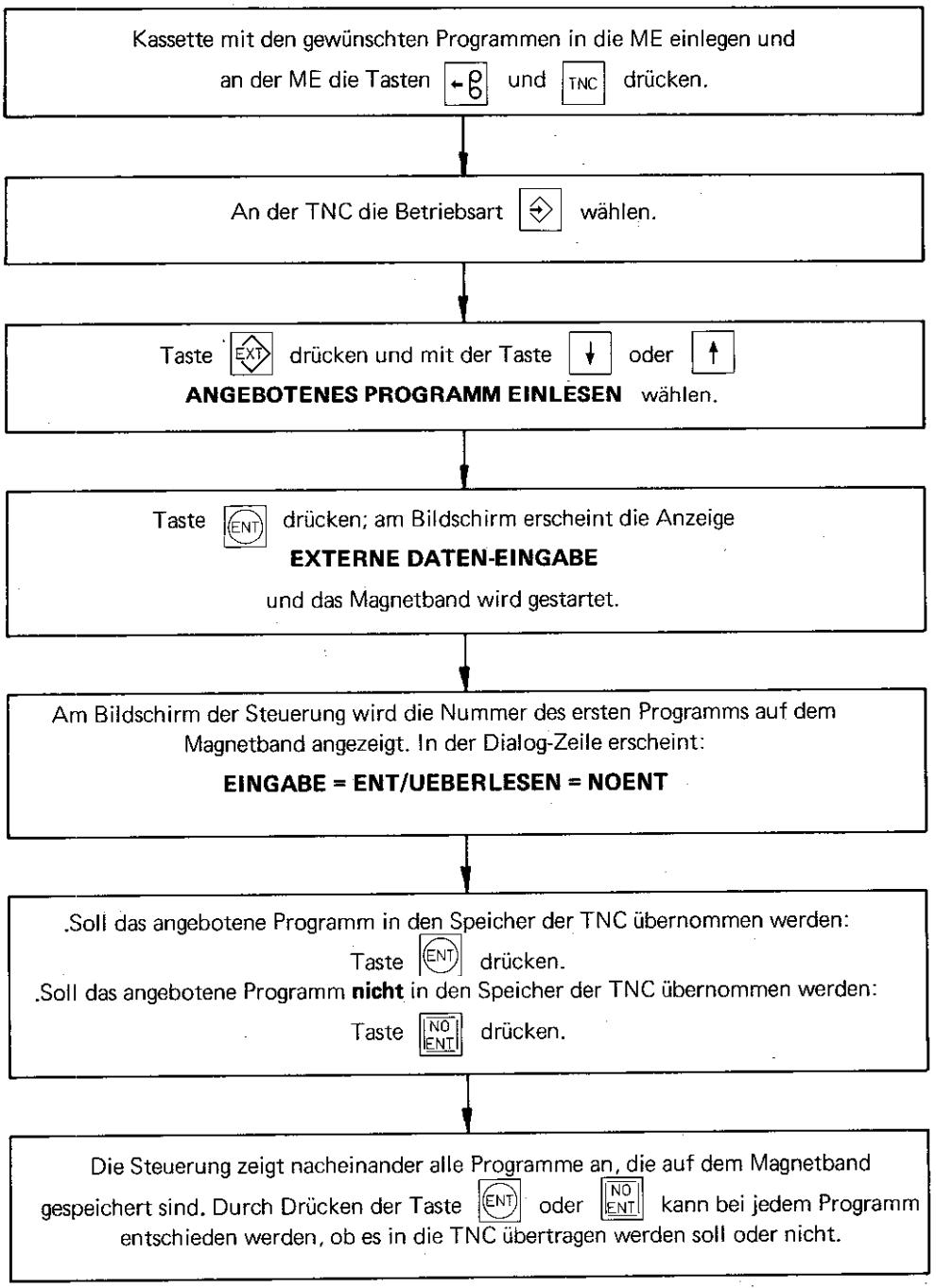
## Q 5.2.1) Band-Inhalt einlesen

In der Betriebsart **BAND-INHALT EINLESEN** werden alle Programme vom Magnetband in den Speicher der TNC 150 übertragen.


Kassette mit den gewünschten Programmen in die ME einlegen
und an der ME die Tasten ← und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑
BAND-INHALT EINLESEN wählen.
Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige
EXTERNE DATEN-EINGABE
und das Magnetband wird gestartet.
Alle Programme auf dem Band werden in den Speicher der TNC übertragen.
Das letzte Programm wird automatisch angezeigt.

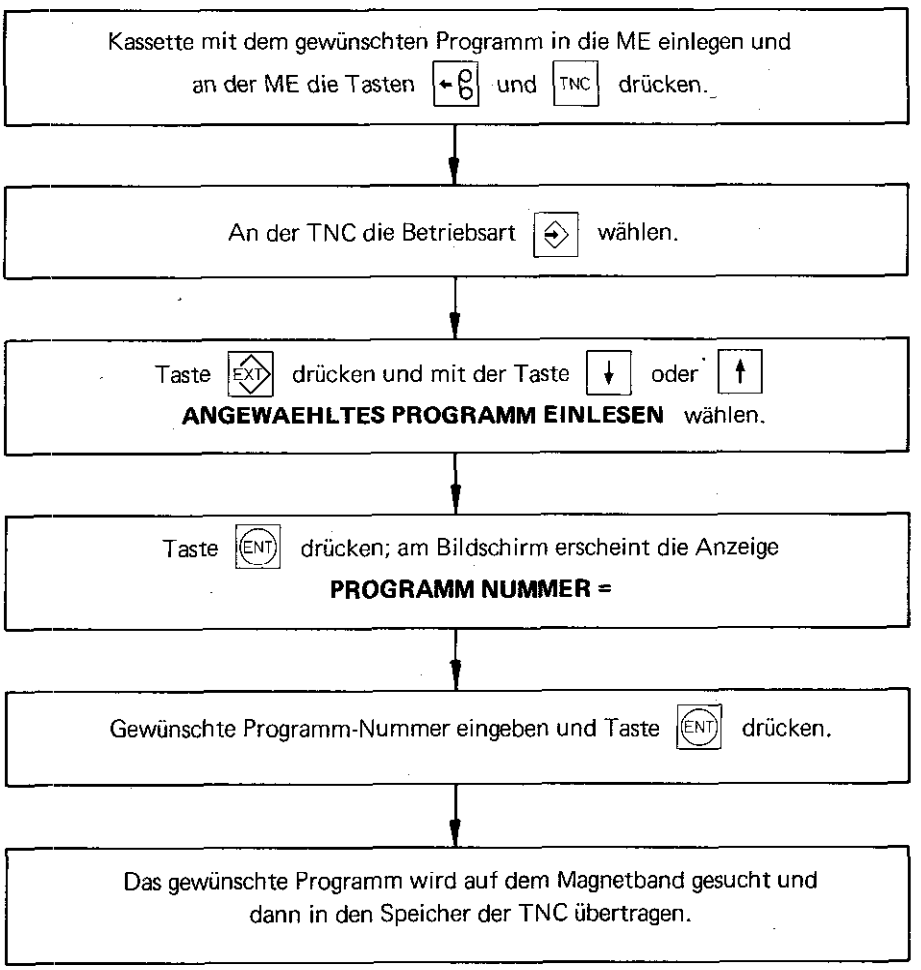
## Q 5.2.2) Angebotenes Programm einlesen

In der Betriebsart **ANGEBOTENES PROGRAMM EINLESEN** können bestimmte Programme vom Magnetband abgerufen werden.


Kassette mit den gewünschten Programmen in die ME einlegen und an der ME die Tasten ← und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑ ANGEBOTENES PROGRAMM EINLESEN wählen.
Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige EXTERNE DATEN-EINGABE und das Magnetband wird gestartet.
Am Bildschirm der Steuerung wird die Nummer des ersten Programms auf dem Magnetband angezeigt. In der Dialog-Zeile erscheint: EINGABE = ENT/UEBERLESEN = NOENT
.Soll das angebotene Programm in den Speicher der TNC übernommen werden: Taste ENT drücken.
.Soll das angebotene Programm nicht in den Speicher der TNC übernommen werden: Taste NO ENT drücken.
Die Steuerung zeigt nacheinander alle Programme an, die auf dem Magnetband gespeichert sind. Durch Drücken der Taste ENT oder NO ENT kann bei jedem Programm entschieden werden, ob es in die TNC übertragen werden soll oder nicht.

## Q 5.2.3) Angewähltes Programm einlesen

In der Betriebsart **ANGEWAEHLTES PROGRAMM EINLESEN** kann ein bestimmtes Programm auf dem Magnetband gesucht und zur TNC übertragen werden.


Kassette mit dem gewünschten Programm in die ME einlegen und an der ME die Tasten ← G und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑ ANGEWAEHLTES PROGRAMM EINLESEN wählen.
Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige PROGRAMM NUMMER =
Gewünschte Programm-Nummer eingeben und Taste ENT drücken.
Das gewünschte Programm wird auf dem Magnetband gesucht und dann in den Speicher der TNC übertragen.

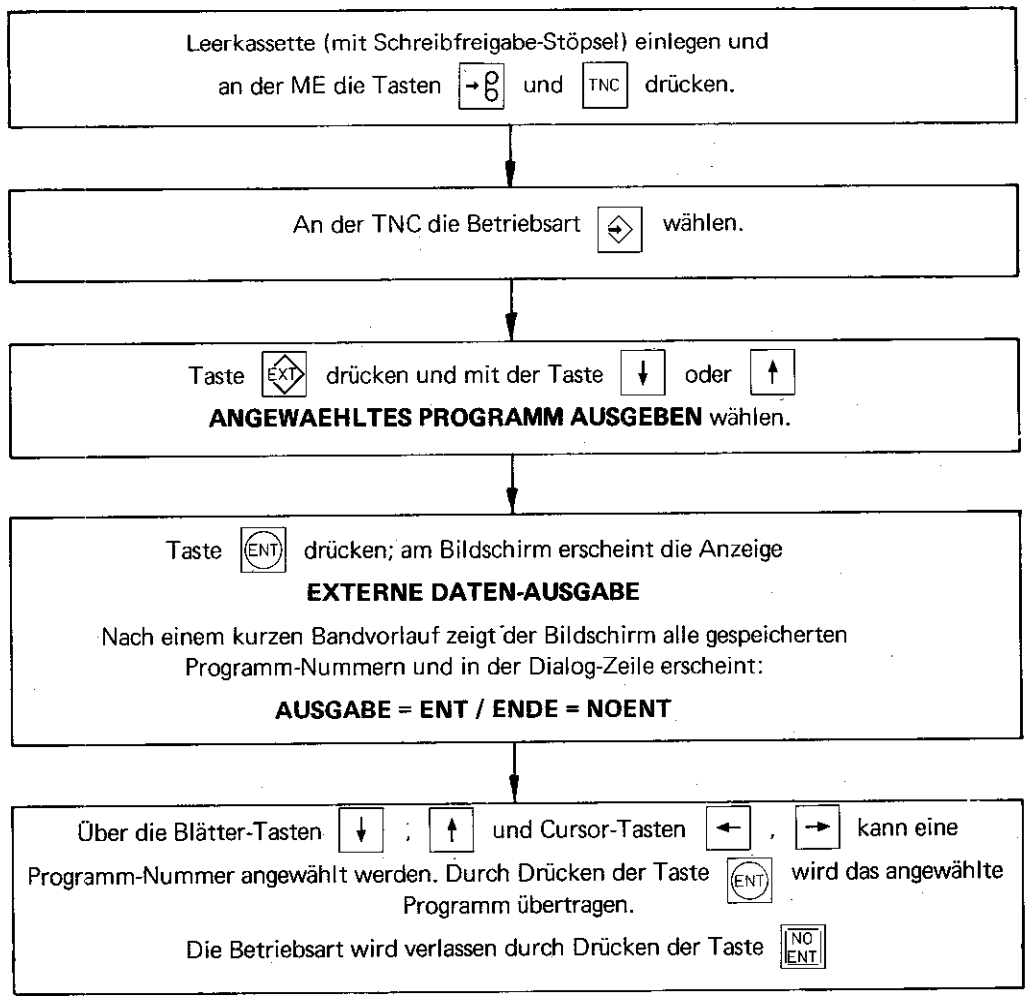
## Q 5.3) Externe Programm-Ausgabe

Programme können von der TNC zur ME auf zwei verschiedene Arten übertragen werden:

| | |
|---|---|
| **.ANGEWAEHLTES PROGRAMM AUSGEBEN** | die in der TNC gespeicherten Programme können einzeln angewählt und ausgegeben werden. |
| **.ALLE PROGRAMME AUSGEBEN** | alle Programme, die in der TNC gespeichert sind werden ausgegeben. |

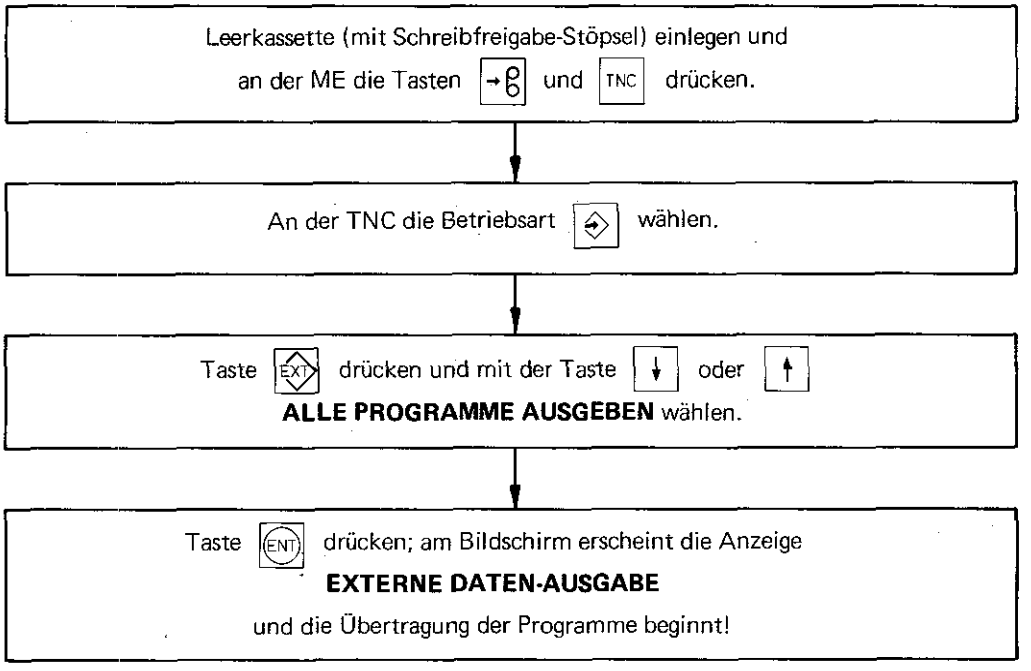
## Q 5.3.1) Angewähltes Programm ausgeben

In der Betriebsart **ANGEWAEHLTES PROGRAMM AUSGEBEN** können die in der TNC gespeicherten Programme einzeln angewählt und ausgegeben werden.


Leerkassette (mit Schreibfreigabe-Stöpsel) einlegen und
an der ME die Tasten → 8 und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑
ANGEWAEHLTES PROGRAMM AUSGEBEN wählen.
Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige
EXTERNE DATEN-AUSGABE
Nach einem kurzen Bandvorlauf zeigt der Bildschirm alle gespeicherten
Programm-Nummern und in der Dialog-Zeile erscheint:
AUSGABE = ENT / ENDE = NOENT
Über die Blätter-Tasten ↓ ; ↑ und Cursor-Tasten ← , → kann eine
Programm-Nummer angewählt werden. Durch Drücken der Taste ENT wird das angewählte
Programm übertragen.
Die Betriebsart wird verlassen durch Drücken der Taste NO ENT

## Q 5.3.2) Alle Programme ausgeben

In der Betriebsart **ALLE PROGRAMME AUSGEBEN** werden alle in der TNC gespeicherten Programme zur ME übertragen.


Leerkassette (mit Schreibfreigabe-Stöpsel) einlegen und
an der ME die Tasten → und TNC drücken.
An der TNC die Betriebsart wählen.
Taste EXT drücken und mit der Taste ↓ oder ↑
ALLE PROGRAMME AUSGEBEN wählen.
Taste ENT drücken; am Bildschirm erscheint die Anzeige
EXTERNE DATEN-AUSGABE
und die Übertragung der Programme beginnt!

## Q 6) Externe Programm-Erstellung auf einem Terminal

Bei der Entwicklung der HEIDENHAIN-Steuerung TNC 150 wurde auf bedienerfreundliche Programmierung großer Wert gelegt; deshalb weicht die Programmierung von der Norm (DIN 66025) ab (z.B. brauchen keine G-Funktionen programmiert zu werden). **Trotzdem können Bearbeitungsprogramme auch extern – z.B. auf einem Terminal mit Lochstreifen-Stanzer – erstellt werden.**

**Dabei auf folgende Punkte achten:**

a) Ein Programm muß mit dem Zeichen CR (Wagenrücklauf) und LF (Zeilenvorschub) begonnen werden. Beide Zeichen müssen **vor** dem ersten Satz stehen, sonst wird dieser bei der Programm-Eingabe überlesen.

b) Jeder Programmsatz muß abgeschlossen werden mit: CR, LF oder LF oder FF.

c) Nach dem letzten Programmsatz ist ETX (Control C) einzugeben (oder ein beliebiges ASCII-Zeichen, abhängig von den eingegebenen Maschinen-Parametern).

d) Die Anzahl der Leerstellen zwischen den Zeichen darf beliebig gewählt werden.

e) Um Datenübertragungs-Fehler erkennen zu können, führt die TNC 150 eine Prüfung auf "Even Parity" durch.
Das externe Programmiergerät muß deshalb auf "Even Parity" geschaltet sein.

Weitere Informationen über die V.24-Schnittstelle und die externe Programmierung können ggf. den folgenden Beschreibung entnommen werden:
"Information zur Datenschnittstelle V.24"
und
"Satz-Formate für die Steuerung HEIDENHAIN TNC 150 ".

## R) Programmierung der Maschinen-Parameter

Die Maschinen-Parameter werden vom Maschinen-Hersteller festgelegt und bei der Erst-Inbetriebnahme in die Steuerung eingegeben über einen Datenträger (ME/Kassette mit Maschinen-Parameter) oder durch Eintippen. Nach einer Netzspannungs-Unterbrechung mit entladener oder fehlender Pufferbatterie werden die Parameter von der Steuerung angefordert und müssen entweder von Hand (wie in der Liste auf Seite 119 angegeben) oder z. B. mit Hilfe einer HEIDENHAIN-Magnetband-Einheit ME neu eingegeben werden.

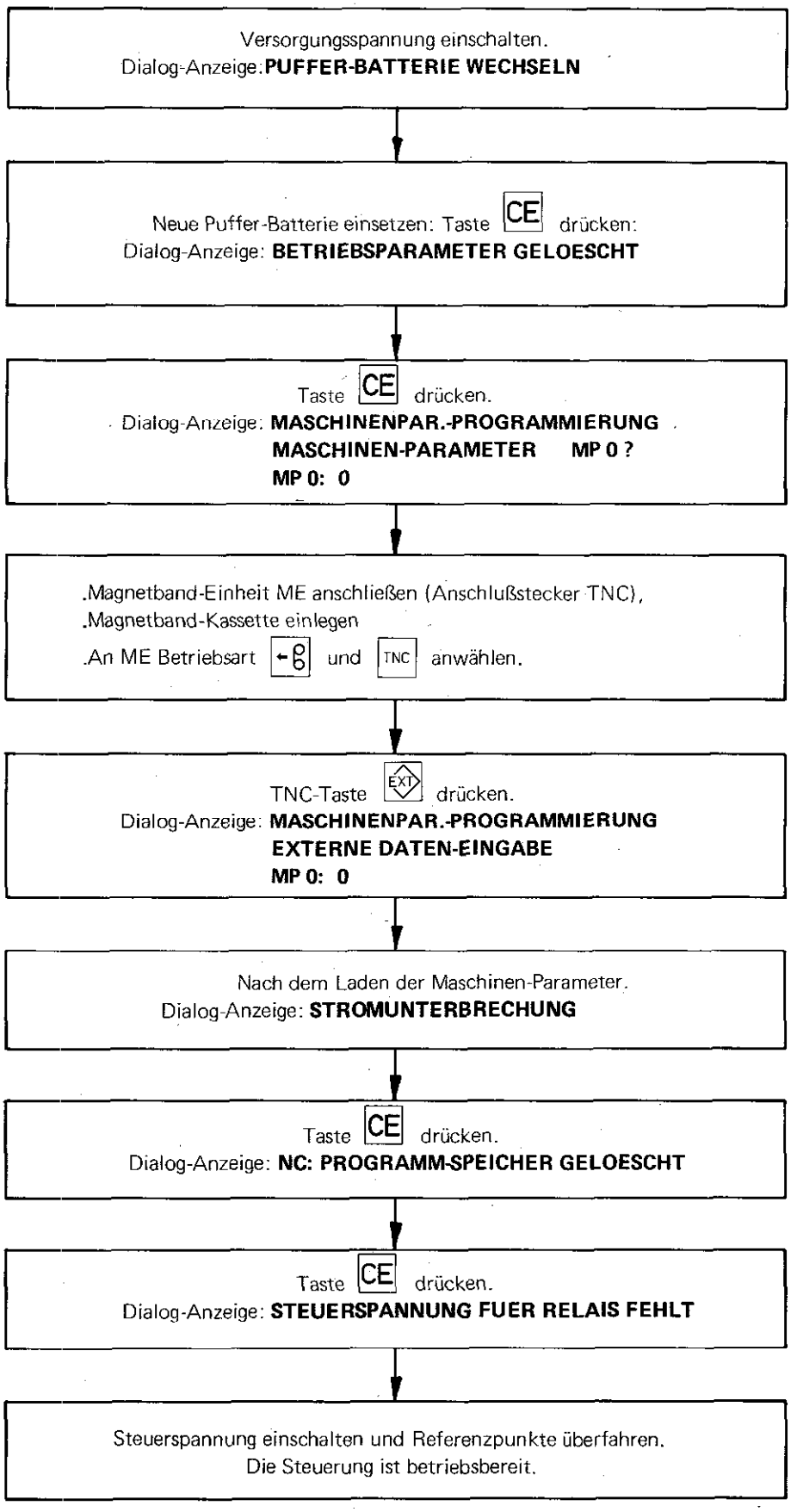
## R 1) Maschinen-Parameter-Liste

| Codezahl | Eingabe-Wert (vom Maschinen-Hersteller einzu-tragen) |
|---|---|
| MP 00 | |
| MP 01 | |
| MP 02 | |
| MP 03 | |
| MP 04 | |
| MP 05 | |
| MP 06 | |
| MP 07 | |
| MP 08 | |
| MP 09 | |
| MP 10 | |
| MP 11 | |
| MP 12 | |
| MP 13 | |
| MP 14 | |
| MP 15 | |
| MP 16 | |
| MP 17 | |
| MP 18 | |
| MP 19 | |
| MP 20 | |
| MP 21 | |
| MP 22 | |
| MP 23 | |
| MP 24 | |
| MP 25 | |
| MP 26 | |
| MP 27 | |
| MP 28 | |
| MP 29 | |
| MP 30 | |
| MP 31 | |
| MP 32 | |
| MP 33 | |
| MP 34 | |
| MP 35 | |
| MP 36 | |
| MP 37 | |
| MP 38 | |
| MP 39 | |
| MP 40 | |
| MP 41 | |
| MP 42 | |
| MP 43 | |
| MP 44 | |
| MP 45 | |
| MP 46 | |
| MP 47 | |
| MP 48 | |
| MP 49 | |
| MP 50 | |
| MP 51 | |
| MP 52 | |
| MP 53 | |
| MP 54 | |
| MP 55 | |
| MP 56 | |
| MP 57 | |
| MP 58 | |
| MP 59 | |
| MP 60 | |
| MP 61 | |
| MP 62 | |
| MP 63 | |
| MP 64 | |
| MP 65 | |
| MP 66 | |
| MP 67 | |
| MP 68 | |
| MP 69 | |
| MP 70 | |
| MP 71 | |

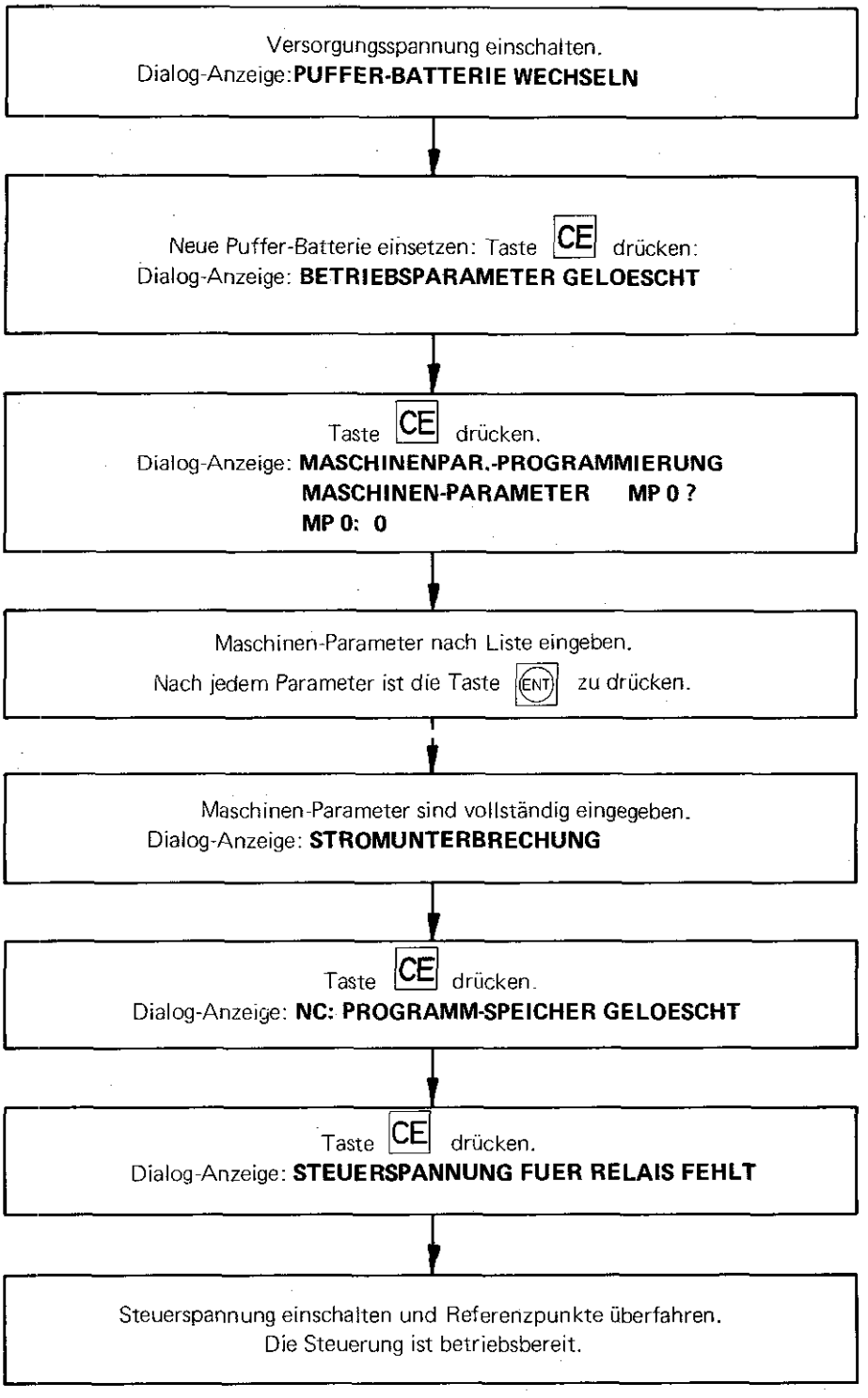
| Codezahl | Eingabe-Wert (vom Maschinen-Hersteller einzu-tragen) |
|---|---|
| MP 72 | |
| MP 73 | |
| MP 74 | |
| MP 75 | |
| MP 76 | |
| MP 77 | |
| MP 78 | |
| MP 79 | |
| MP 80 | |
| MP 81 | |
| MP 82 | |
| MP 83 | |
| MP 84 | |
| MP 85 | |
| MP 86 | |
| MP 87 | |
| MP 88 | |
| MP 89 | |
| MP 90 | |
| MP 91 | |
| MP 92 | |
| MP 93 | |
| MP 94 | |
| MP 95 | |
| MP 96 | |
| MP 97 | |
| MP 98 | |
| MP 99 | |
| MP 100 | |
| MP 101 | |
| MP 102 | |
| MP 103 | |
| MP 104 | |
| MP 105 | |
| MP 106 | |
| MP 107 | |
| MP 108 | |
| MP 109 | |
| MP 110 | |
| MP 111 | |
| MP 112 | |
| MP 113 | |
| MP 114 | |
| MP 115 | |
| MP 116 | |
| MP 117 | |
| MP 118 | |
| MP 119 | |
| MP 120 | |
| MP 121 | |
| MP 122 | |
| MP 123 | |
| MP 124 | |
| MP 125 | |
| MP 126 | |
| MP 127 | |
| MP 128 | |
| MP 129 | |
| MP 130 | |
| MP 131 | |
| MP 132 | |
| MP 133 | |
| MP 134 | |
| MP 135 | |
| MP 136 | |
| MP 137 | |
| MP 138 | |
| MP 139 | |
| MP 140 | |
| MP 141 | |
| MP 142 | |
| MP 143 | |

| Codezahl | Eingabe-Wert (vom Maschinen-Hersteller einzu-tragen) |
|---|---|
| MP 144 | |
| MP 145 | |
| MP 146 | |
| MP 147 | |
| MP 148 | |
| MP 149 | |
| MP 150 | |
| MP 151 | |
| MP 152 | |
| MP 153 | |
| MP 154 | |
| MP 155 | |
| MP 156 | |
| MP 157 | |
| MP 158 | |
| MP 159 | |
| MP 160 | |
| MP 161 | |
| MP 162 | |
| MP 163 | |
| MP 164 | |
| MP 165 | |
| MP 166 | |
| MP 167 | |
| MP 168 | |
| MP 169 | |
| MP 170 | |
| MP 171 | |
| MP 172 | |
| MP 173 | |
| MP 174 | |
| MP 175 | |
| MP 176 | |
| MP 177 | |
| MP 178 | |
| MP 179 | |
| MP 180 | |
| MP 181 | |
| MP 182 | |
| MP 183 | |
| MP 184 | |
| MP 185 | |
| MP 186 | |
| MP 187 | |
| MP 188 | |
| MP 189 | |
| MP 190 | |
| MP 191 | |
| MP 192 | |
| MP 193 | |
| MP 194 | |
| MP 195 | |
| MP 196 | |
| MP 197 | |
| MP 198 | |
| MP 199 | |
| MP 200 | |
| MP 201 | |
| MP 202 | |
| MP 203 | |
| MP 204 | |
| MP 205 | |
| MP 206 | |
| MP 207 | |
| MP 208 | |
| MP 209 | |
| MP 210 | |
| MP 211 | |
| MP 212 | |
| MP 213 | |
| MP 214 | |

## R 2) Eingabe der Maschinen-Parameter mit Hilfe einer Magnetband-Einheit ME



## R 3) *Eingabe der Maschinen-Parameter von Hand*



## S) Typische Bedienfehler und Fehlermeldungen

Die Steuerung TNC 150 zeigt Programmier- und Bedienfehler im Klartext an. Durch diese Fehlermeldung kann die Fehlerursache in den meisten Fällen gefunden werden. Für einige typische Fehler geben wir hier zusätzliche Tips.

| **Fehler** | **Fehlerursache und Abhilfe** |
|---|---|
| Steuerspannung läßt sich nicht einschalten | .Not-Aus-Taste wurde gedrückt:<br>Taste entriegeln.<br>.Eine Achse steht auf dem Not-Aus-Endschalter:<br>Achse freifahren. |
| Bildschirm ist dunkel | Potentiometer für die Helligkeit zurückgedreht:<br>Potentiometer auf gewünschte Helligkeit einstellen. |
| Bildschirm zeigt nur einen Teil der Information | Potentiometer für den Kontrast zurückgedreht:<br>Potentiometer auf gewünschten Kontrast einstellen. |
| Der Programmlauf kann nicht gestartet werden | Vorschub-Override ist auf 0 gedreht:<br>Override auf gewünschten Wert einstellen! |
| Dialog-Anzeige:<br>**TASTE OHNE FUNKTION** | .Das Drücken der zuletzt betätigten Taste ist nicht erlaubt.<br>.Gleiche Taste mehrmals gedrückt. |
| Dialog-Anzeige:<br>**UNDEFINIERTER PROGRAMMSTART** | Im ersten Satz eines Bearbeitungsprogramms wurde keine Radiuskorrektur festgelegt bzw. kein Vorschub festgelegt. |
| Dialog-Anzeige:<br>**SPINDEL ?** | Aufruf eines Bearbeitungs-Zyklus ohne M03 oder M04 |

## T) Technische Beschreibung/Daten

**Steuerungsversionen**

**TNC 150 mit Schnittstelle für externe Maschinen-Anpaßsteuerung**

**Meßsystem-Eingang: Sinus-Signale**
TNC 150 B
TNC 150 F (ohne 3 D-Bewegung)

**Meßsystem-Eingang: Rechteck-Signale**
TNC 150 BR
TNC 150 FR (ohne 3 D-Bewegung)

**TNC 150 mit PC-Leistungsplatine(n)**

**Meßsystem-Eingang: Sinus-Signale**
TNC 150 Q
TNC 150 W (ohne 3 D-Bewegung)

**Meßsystem-Eingang: Rechteck-Signale**
TNC 150 QR
TNC 150 WR (ohne 3 D-Bewegung)

## T 1) Technische Beschreibung/Daten, allgemein

| | |
|---|---|
| **Steuerungsart** | werkstatt-programmierbare Bahnsteuerung für 4 Achsen<br>Linear-Interpolation in 3 aus 4 Achsen, Kreis-Interpolation in 2 aus 4 Achsen ,<br>Schraubenlinien-Interpolation in 3 aus 4 Achsen<br>mm/inch-Rechner für Eingabewerte und Anzeigen<br>Eingabefeinheit bis 0,001 mm oder 0,0001 inch bzw. 0,001°<br>Anzeigeschritt 0,005 mm bzw. 0,0002 inch oder wahlweise 0,001 mm<br>bzw. 0,0001 inch |
| **Bedienerführung und Anzeigen** | Bildschirm (9 Zoll oder 12 Zoll) mit max. 18 x 32 alphanumerischen Zeichen:<br>Klartext-Dialoge und -Fehlermeldungen (in verschiedenen Sprachen);<br>Anzeige des aktuellen Programmsatzes sowie des vorhergehenden und der beiden nachfolgenden Programmsätze<br>Istwert-/Sollwert-/Restweg-/Schleppfehler-Anzeige sowie Status-Anzeige für alle wichtigen Programm-Daten |
| **Programmspeicher** | gepufferter Halbleiterspeicher für 24 Bearbeitungsprogramme mit insgesamt 1200 Programmsätzen |
| **Betriebsarten** | **manueller Betrieb:** die Steuerung arbeitet als numerische Positionsanzeige<br>**Positionieren mit Handeingabe:** jeder Positioniersatz wird nach der Eingabe abgearbeitet; der Satz wird nicht gespeichert<br>**Programmlauf Einzelsatz:** das eingegebene Programm wird Satz für Satz nach Tastendruck abgearbeitet<br>**Programmlauf Satzfolge:** das Programm wird durch Tastendruck gestartet und bis zu einem programmierten STOP oder bis zum Programm-Ende abgearbeitet<br>**Programm-Einspeichern:**<br>a) bei Linear- oder Zirkular-Interpolation<br>von Hand nach Programm-Liste oder Werkstück-Zeichnung oder extern über die V.24/RS-232-C Daten Schnittstelle (z. B. per Magnetband-Einheit ME 101/102 oder über sonstige handelsübliche Peripherie-Geräte)<br>b) bei achsparallelem Betrieb zusätzlich durch Übernahme der jeweiligen Positionswerte (Ist-Werte) bei der konventionellen Bearbeitung eines Werkstücks (Playback)<br>Zusatz-Betriebsarten mm/Inch, Istwert-/Sollwert-/Restweg-/Schleppfehler-Anzeige, Positions-Anzeige groß/klein, Baud-Rate, Arbeitsbereich, freie Sätze, NC-Software-Nummer, PC-Software-Nummer, Schlüsselzahl, 4. Achse ein/aus |
| **Programmierbare Funktionen** | Soll-Positionen (Absolut- oder Kettenmaß) in rechtwinkligen oder Polar-Koordinaten<br>Werkzeuglängen- und -radius-Korrektur<br>Werkzeug-Nummern<br>Spindeldrehzahlen<br>Vorschub<br>Eilgang<br>Unterprogramme/Programmteil-Wiederholungen<br>Bearbeitungszyklen für Tiefbohren, Gewindebohren, Nuten-Fräsen, Rechtecktaschen-Fräsen, Kreistaschen-Fräsen, Verweilzeit, Spiegeln, Nullpunkt-Verschiebung, Drehung, Maßfaktor,<br>Zusatzfunktionen M<br>Programm-Stop |
| **Parameter-Programmierung** | Mathematische Funktionen (=, +, −, x, ÷, sin, cos, $\sqrt{\ }$ , $\sqrt{a^2 + b^2}$ )<br>Parameter-Vergleich (=, ≠, >, <) |
| **Programm-Korrekturen (Editing)** | durch Ändern von Programmworten, Einfügen von Programmsätzen, Löschen von Programmsätzen; Such-Routine zum Aufsuchen von Programmsätzen mit bestimmten Merkmalen |
| **Sicherheits-Überwachung** | die Steuerung überprüft die Funktion wichtiger elektronischer Baugruppen sowie die Positioniersysteme, die Wegmeßsysteme und wichtige Maschinen-Funktionen; wird bei diesen Kontrollen ein Fehler festgestellt, so erfolgt Klartext-Störungsmeldung und die Maschine wird über Not Aus abgeschaltet |
| **Programm-Fortsetzung nach Unterbrechung** | die Steuerung erleichtert die Fortsetzung eines Programmes nach Unterbrechung durch Speicherung aller wichtigen Programmdaten |

| | |
|---|---|
| **Referenzmarken-Auswertung** | nach Stromunterbrechung automatische Referenzwert-Übernahme mit dem Überfahren der Wegmeßsystem-Referenzmarken |
| **Max. Verfahrweg** | +/– 30 000,000 mm bzw. 1 181,1023 Zoll |
| **Max. Verfahrgeschwindigkeit** | 15 999 mm/min bzw. 629,9 Zoll/min |
| **Vorschub- und Spindel-Override** | zwei Potentiometer auf der Bedientafel der Steuerung |
| **Wegmeßsysteme** | inkrementale HEIDENHAIN-Längenmeßsysteme oder -Drehgeber, Teilungsperiode 0,02 mm , 0,01 mm oder 0,1 mm |
| **Endschalter** | software-gesteuerte Endabschaltung für die Bewegung der Achs-Schlitten (X+, X–, Y+, Y–, Z+, Z– und IV+, IV–).<br>Zusätzlich programmierbare Verfahrbereichs-Begrenzung |
| **Steuerungs-Eingänge**<br>(TNC 150 B / TNC 150 Q mit Standard-PC-Programm) | Wegmeßsysteme X, Y, Z, IV<br>1 elektronisches Handrad<br>Start, Stop, Eilgang<br>Rückmeldung "Zusatzfunktion ausgeführt"<br>Vorschub-Freigabe<br>manuelle Betätigung (öffnet Lageregelkreis)<br>Rückmeldung Not-Aus-Test<br>Referenz-Endlage X, Y, Z, IV<br>Referenzimpuls-Sperre X, Y, Z, IV<br>Richtungstasten X, Y, Z, IV<br>Externes Vorschub-Potentiometer |
| **Steuerungs-Ausgänge**<br>(TNC 150 B / TNC 150 Q mit Standard-PC-Programm) | Je 1 Analogausgang für X, Y, Z, IV, S<br>Achsfreigabe X, Y, Z, IV<br>Steuerung in Betrieb<br>M-Änderungssignal<br>S-Änderungssignal<br>T-Änderungssignal<br>8 Ausgänge für M-, S- und T-Funktionen, codiert<br>"Kühlmittel Aus"<br>"Kühlmittel Ein"<br>"Spindel im Gegenuhrzeigersinn"<br>"Spindel Halt"<br>"Spindel im Uhrzeigersinn"<br>Verriegelung für Spindel<br>Steuerung in Betriebsart "Automatik"<br>Not-Aus |
| **Integrierte PC**<br>Steuerungs-Version TNC 150 Q | 1000 Anwender-Merker (nicht netzausfallsicher)<br>1000 Anwender-Merker (netzausfallsicher)<br>1024 fest zugeordnete Merker<br>63 (+63) Eingänge (24 V =, ca. 10 mA)<br>31 (+31) Ausgänge (24 V =, ca. 1.2 A)<br>16 Zähler<br>32 Timer<br>Externe Spannungsversorgung für die PC: 24 V = + 10 % / – 15 %<br>max. 40 A (abhängig von den angeschlossenen Ausgängen) |
| **Netzspannung** | Umschaltbar 100/120/140/200/220/240 V + 10 % / – 15 %, 48 ... 62 Hz |
| **Leistungsaufnahme** | ca. 60 W (mit 9 Zoll-Bildschirm-Einheit oder<br>mit 12 Zoll-Bildschirm-Einheit) |
| **Umgebungstemperatur** | Betrieb 0 ... 45°C<br>Lagerung – 30 ... 70° C |
| **Gewicht** | Steuerung: 11,5 kg,<br>9 Zoll-Bildschirm-Einheit: 6,8 kg<br>12 Zoll-Bildschirm-Einheit: 10 kg<br>PC-Leistungsplatine: 1,2 kg (TNC 150 Q) |

## T 2) Wegmeßsysteme

Die Steuerung TNC 150 regelt die Ist-Position mit einem Digitalschritt von 0,001 mm. Sie unterteilt die Teilungsperiode der Wegmeßsysteme insgesamt 20 mal oder 10 mal. Entsprechend sind inkrementale Längenmeßsysteme mit 20 µm oder 10 µm Teilungsperiode (Gitterkonstante) wie

.LS 107 (Meßlängen 240 mm bis 3040 mm)
.LS 703 (Meßlängen 170 mm bis 3040 mm)
.LID 300, LID 310 (Meßlängen 50 mm bis 3000 mm)

zu verwenden.
Für eine evtl. Winkelmessung stehen die inkrementalen Drehgeber, ROD 250 und ROD 700 mit 18.000 oder 36.000 Teilstrichen zur Verfügung.

Sofern die Genauigkeitsforderungen es zulassen, kann auch eine indirekte Wegmessung, z.B. über einen Drehgeber ROD 450 auf der Antriebsspindel vorgenommen werden. Die dafür erforderliche Strichzahl errechnet sich nach der Formel:

Strichzahl/Umdrehung = 50 x Spindelsteigung (in mm).

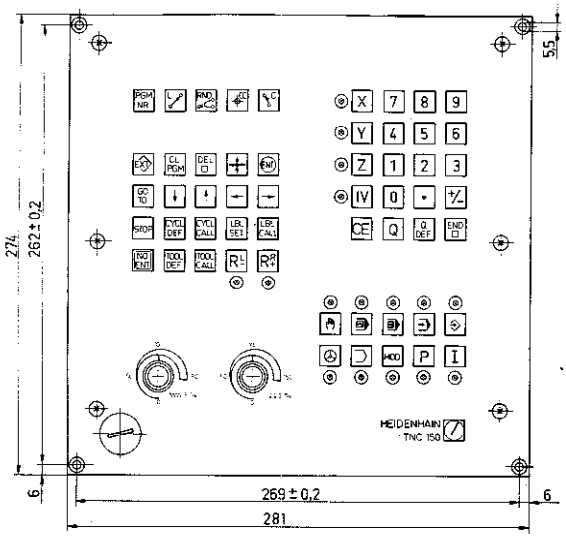
Da die Kabellänge zwischen der Steuerung TNC 150 und dem Meßsystem **20 m** nicht überschreiten darf, wurde für größere Entfernungen zwischen Steuerung und Meßsystem die **Sonderausführung TNC 150 R** entwickelt. Diese TNC besitzt einen Meßsystem-Eingang für Rechtecksignale und kann deshalb nur in Verbindung mit einer externen Impulsformerelektronik EXE betrieben werden. In der TNC wird das Signal der EXE 4-fach oder 2-fach ausgewertet.

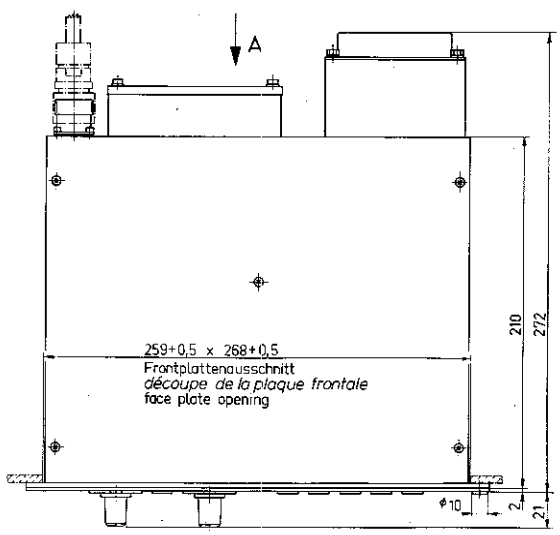
Die max. Kabellänge zwischen Meßsystem und EXE beträgt 20 m. Die max. Kabellänge zwischen EXE und TNC beträgt 50 m. Somit beträgt die max. Kabellänge insgesamt 70 m.

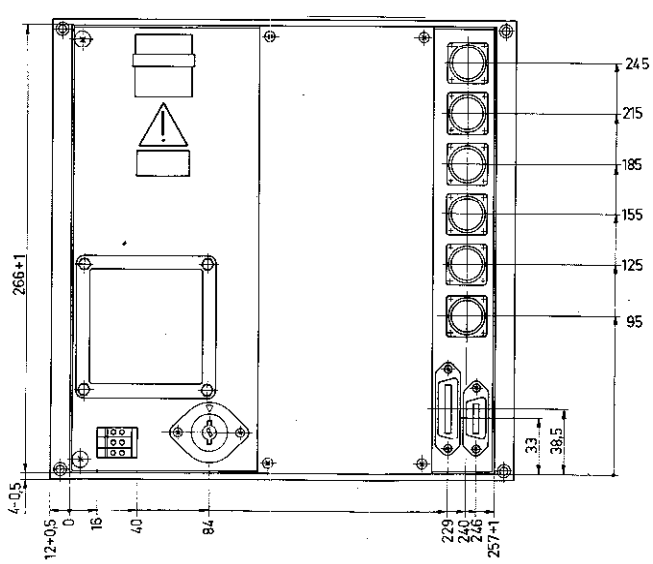
Zur direkten Längenmessung kann das LB 326 (Meßlänge ca. 30 m, Teilungsperiode 0,1 mm) mit einer EXE 829 (3 Achsen und 25-fach Unterteilung) verwendet werden.

## U) Anschlußmaße mm

# TNC 150 B/F
# TNC 150 Q/W

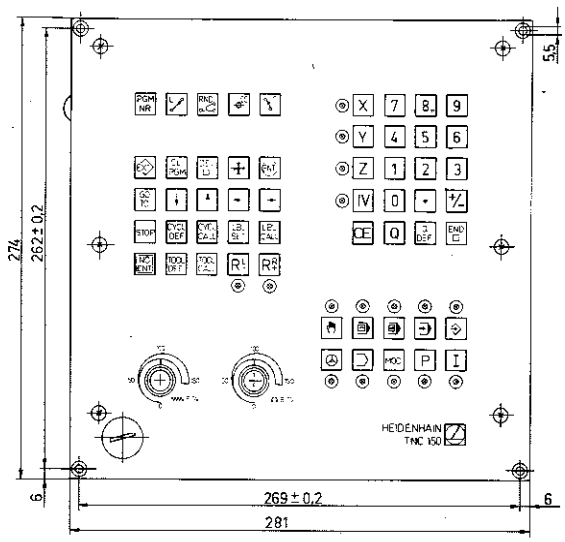


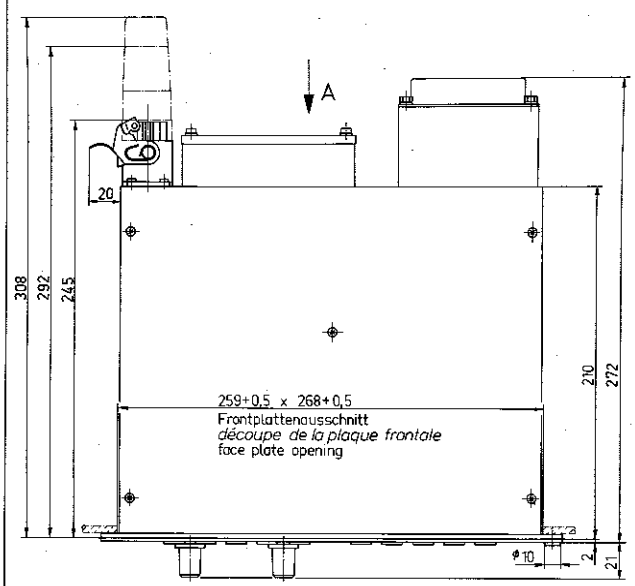



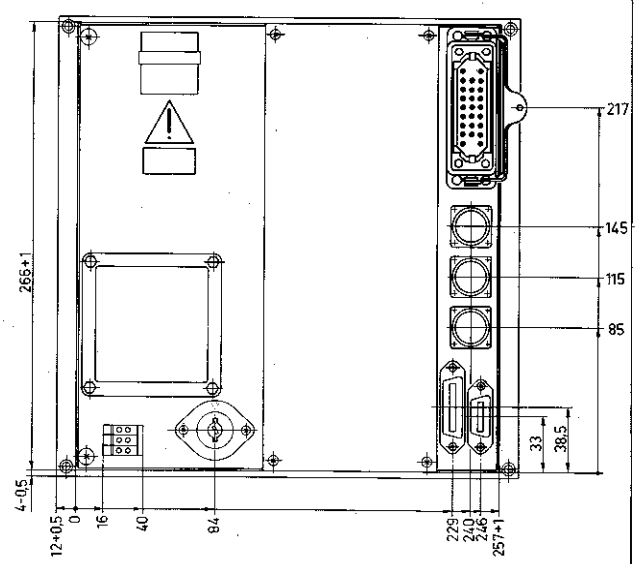




Ansicht A
*vue A*
view A

# TNC 150 BR/FR
# TNC 150 QR/WR

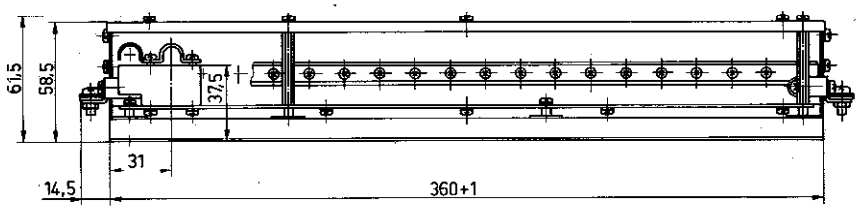


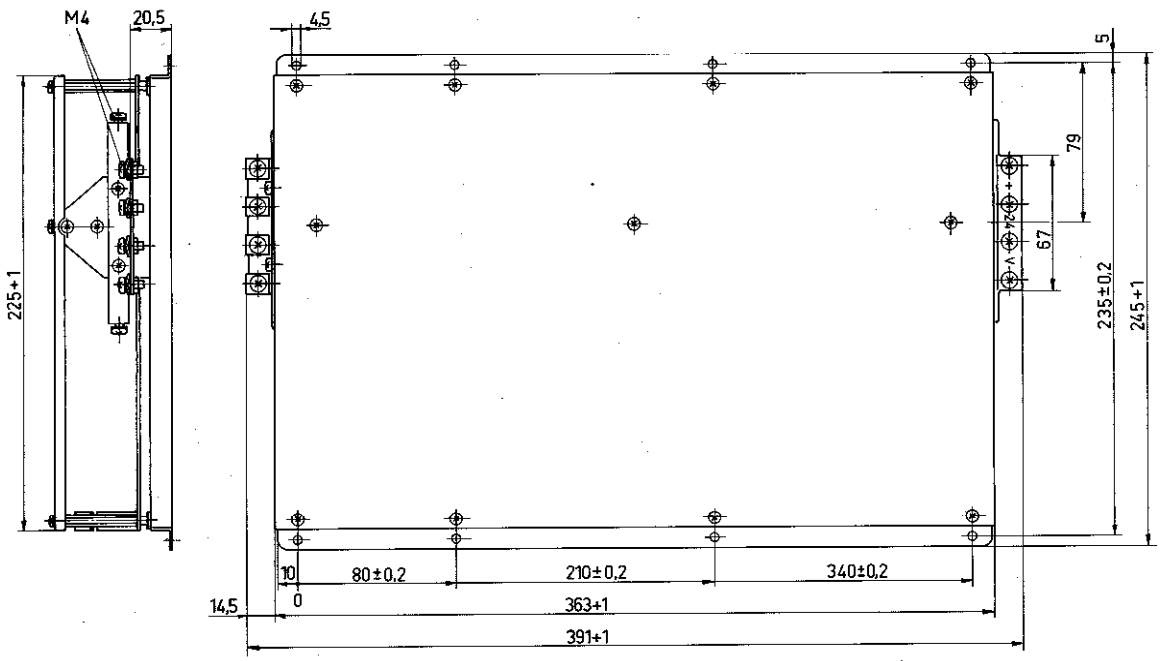



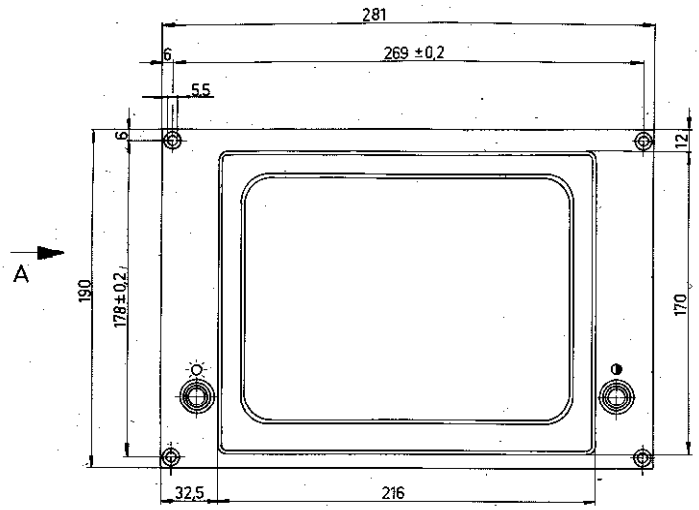

Ansicht A
*vue A*
view A

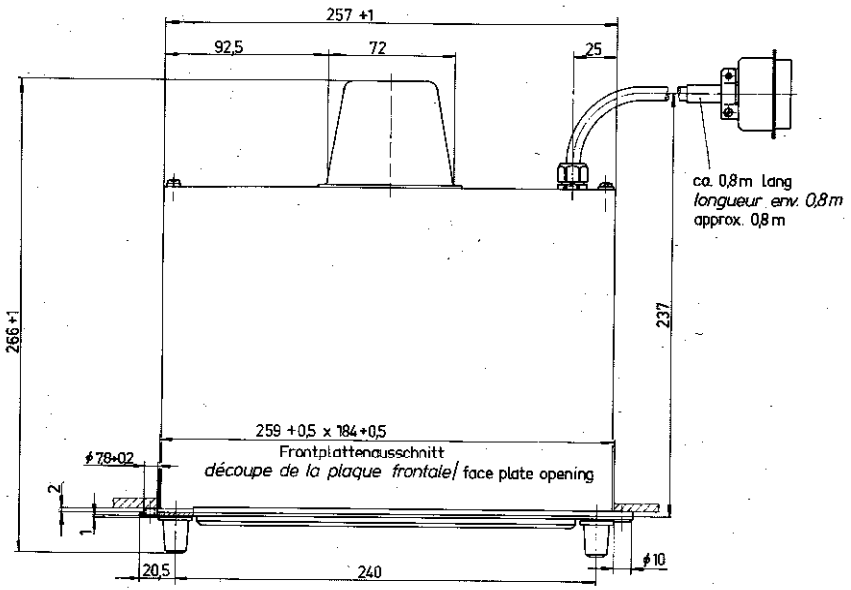
# PC-Leistungsplatine PL 100 B
# PL 110 B



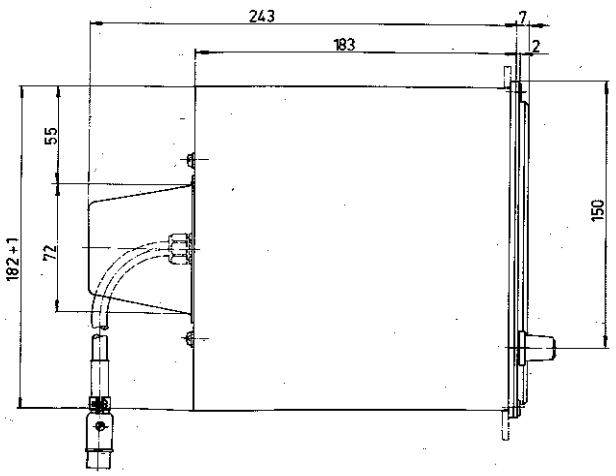



# Bildschirm-Einheit BE 111 (9 Zoll)

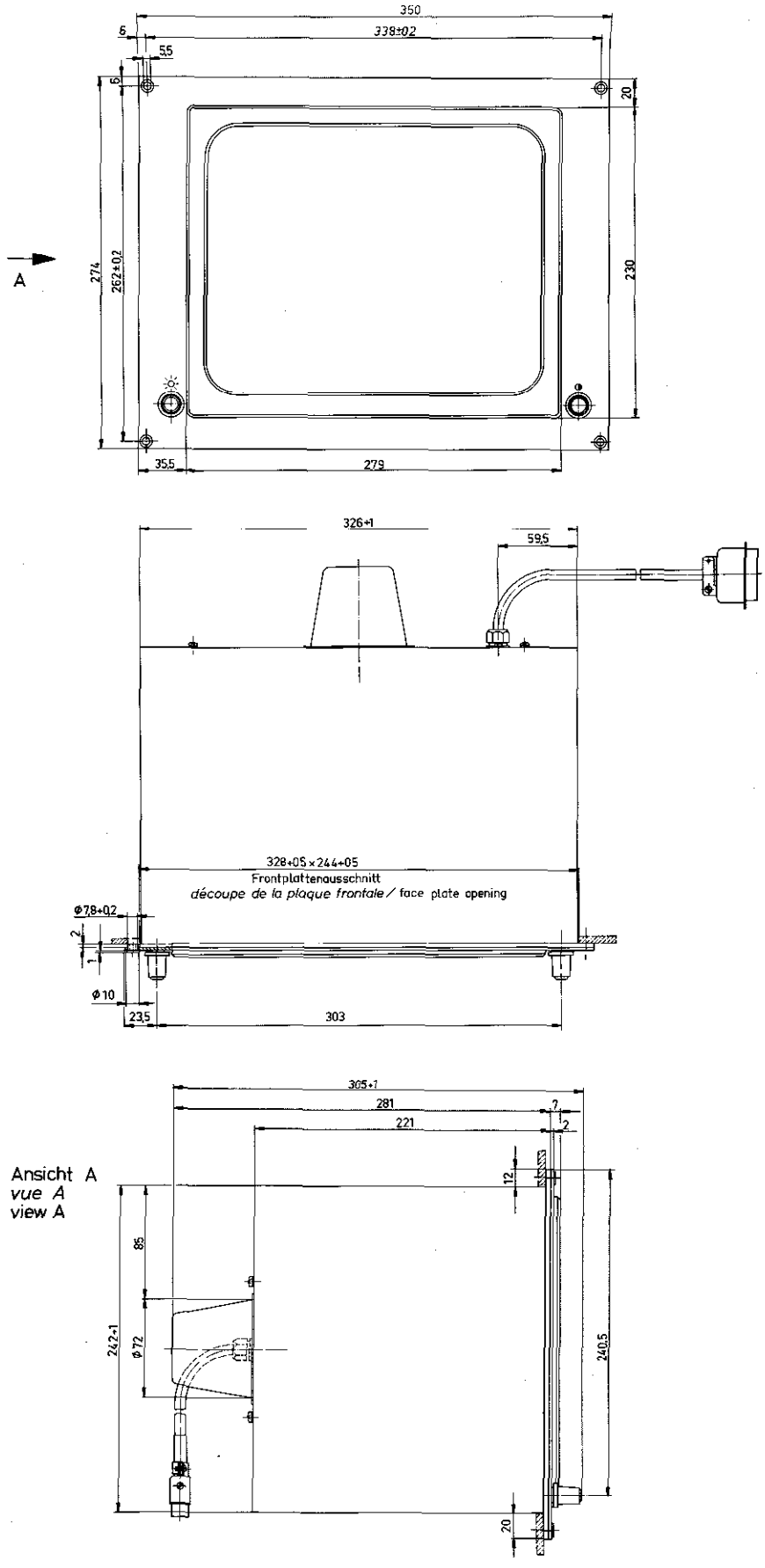


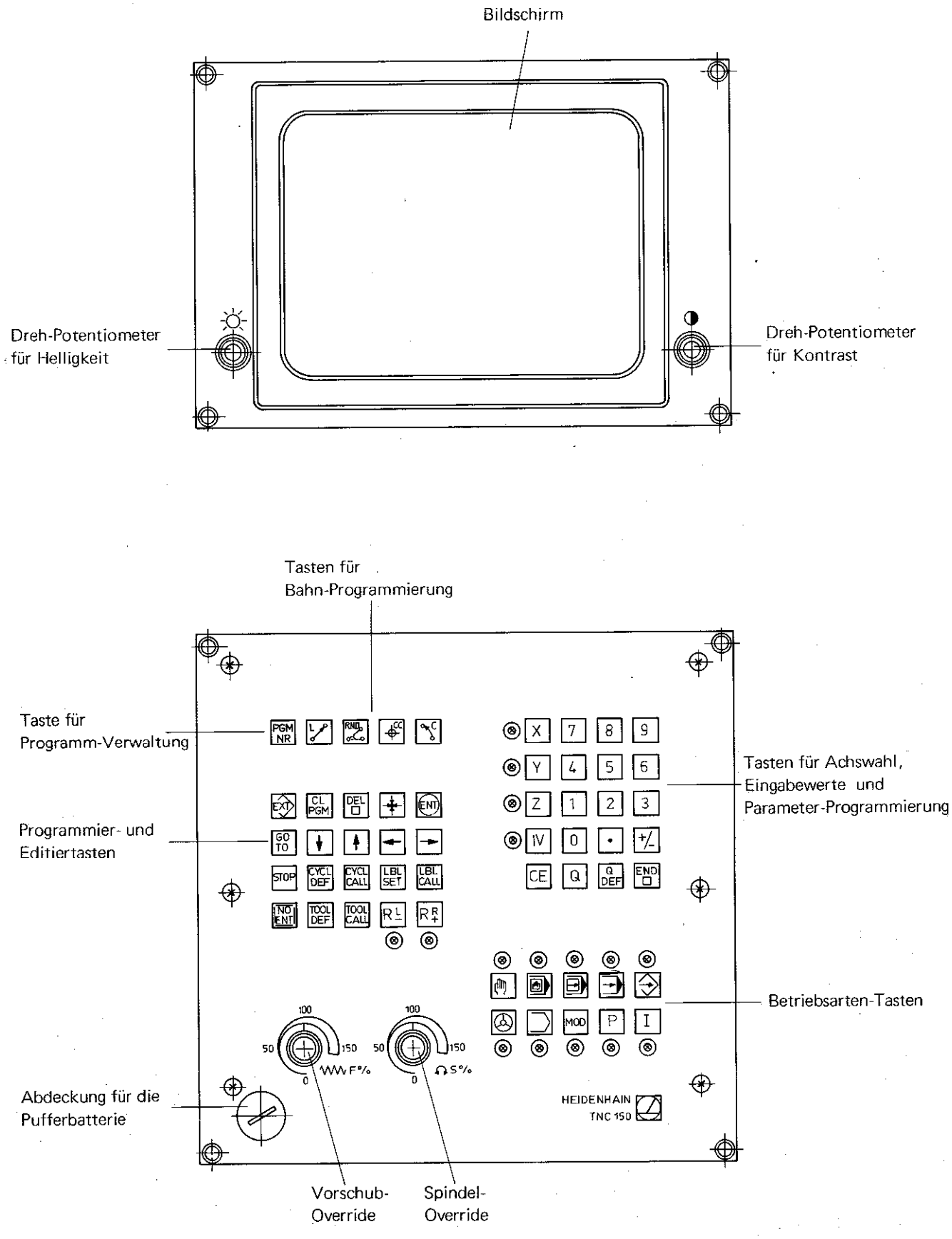

Ansicht A
vue A
view A



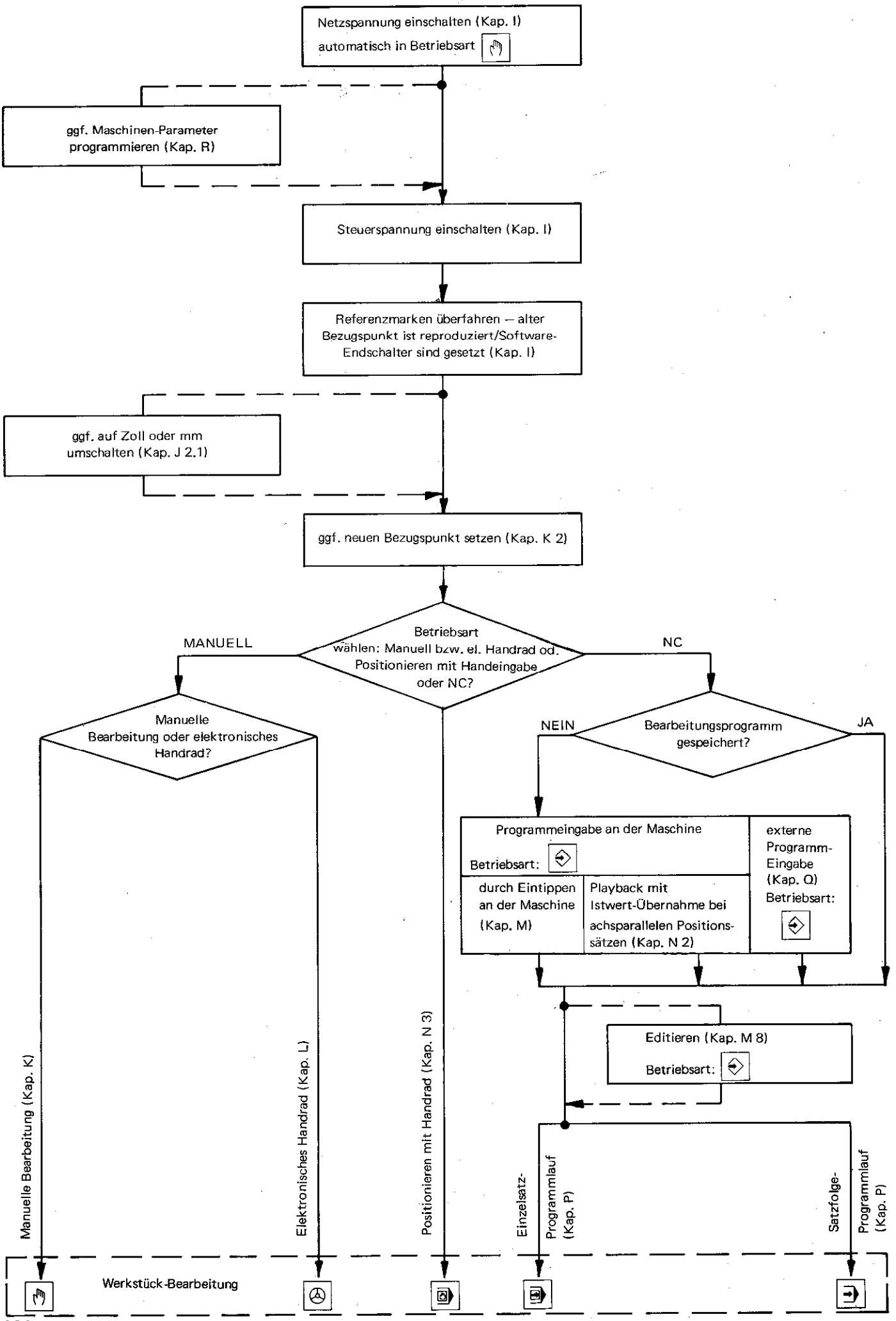
# Bildschirm-Einheit BE 211 (12 Zoll)



# Bedienfeld


Bildschirm
Dreh-Potentiometer für Helligkeit
Dreh-Potentiometer für Kontrast
Tasten für Bahn-Programmierung
Taste für Programm-Verwaltung
Programmier- und Editiertasten
Tasten für Achswahl, Eingabewerte und Parameter-Programmierung
Betriebsarten-Tasten
Abdeckung für die Pufferbatterie
Vorschub-Override
Spindel-Override
PGM NR
L
RND
CC
C
EXT
CL PGM
DEL
ENT
GO TO
STOP
CYCL DEF
CYCL CALL
LBL SET
LBL CALL
NO ENT
TOOL DEF
TOOL CALL
RL
RR
X
Y
Z
IV
7
8
9
4
5
6
1
2
3
0
.
+/-
CE
Q
Q DEF
END
MOD
P
I
100
50
150
0
F%
S%
HEIDENHAIN
TNC 150

## V) Schema für das Arbeiten mit der TNC 150


Netzspannung einschalten (Kap. I)
automatisch in Betriebsart
ggf. Maschinen-Parameter programmieren (Kap. R)
Steuerspannung einschalten (Kap. I)
Referenzmarken überfahren – alter Bezugspunkt ist reproduziert/Software-Endschalter sind gesetzt (Kap. I)
ggf. auf Zoll oder mm umschalten (Kap. J 2.1)
ggf. neuen Bezugspunkt setzen (Kap. K 2)
Betriebsart wählen: Manuell bzw. el. Handrad od. Positionieren mit Handeingabe oder NC?
MANUELL
NC
Manuelle Bearbeitung oder elektronisches Handrad?
NEIN
Bearbeitungsprogramm gespeichert?
JA
Programmeingabe an der Maschine
Betriebsart:
externe Programm-Eingabe (Kap. Q)
Betriebsart:
durch Eintippen an der Maschine (Kap. M)
Playback mit Istwert-Übernahme bei achsparallelen Positionssätzen (Kap. N 2)
Editieren (Kap. M 8)
Betriebsart:
Manuelle Bearbeitung (Kap. K)
Elektronisches Handrad (Kap. L)
Positionieren mit Handrad (Kap. N 3)
Einzelsatz-Programmlauf (Kap. P)
Satzfolge-Programmlauf (Kap. P)
Werkstück-Bearbeitung

DR. JOHANNES HEIDENHAIN
**D-8225 Traunreut**
Telefon (08669) 31-0, Telex 56831

223 217 08 · 5 · 4/85 · H · *Printed in West Germany* · Änderungen vorbehalten